Untersuchungen zur pliozänen und pleistozänen Floren- und Vegetationsgeschichte im Leinetal und im südwestlichen Harzvorland (Untereichsfeld)

Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Georg-August-Universität zu Göttingen

Vorgelegt von

SUNIRMAL CHANDA

aus

Kalkutta (Indien)

Göttingen 1960

Untersuchungen zur pliozänen und pleistozänen Floren- und Vegetationsgeschichte im Leinetal und im südwestlichen Harzvorland (Untereichsfeld)

Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Georg-August-Universität zu Göttingen

Vorgelegt von

SUNIRMAL CHANDA

aus

Kalkutta (Indien)

Göttingen 1960

Referent: Prof. Dr. F. Firbas

Korreferent: Prof. Dr. H. Schmidt

Tag der mündlichen Prüfung: 20. 7. 1960

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Geol. Jb.	Band 79	S. 783—844, 5 Taf., 5 Abb., 4 Tab.	Hannover / Juli 1962

Untersuchungen zur pliozänen und pleistozänen Floren- und Vegetationsgeschichte im Leinetal und im südwestlichen Harzvorland (Untereichsfeld)[1]

Von Sunirmal Chanda*)

Mit Tafel 50—54, 5 Abbildungen und 4 Tabellen

Kurzfassung: Die Tonvorkommen von Bilshausen (Untereichsfeld), Northeim (Leine) und Eichenberg (südlich von Göttingen) werden in paläobotanischer Hinsicht behandelt. Die Untersuchung von Teilen des cromerzeitlichen Profils von Bilshausen ergibt bemerkenswerte vegetationsgeschichtliche Konvergenzen zu eeminterglazialen Vorkommen. Der im Hangenden des Bilshauser „Kohletons" über kaltzeitlichem roten Ton vorhandene graue Schluff repräsentiert kein Interglazial, sondern entweder einen Zeitabschnitt am Anfang oder Ende eines solchen, wenn nicht zwei selbständige Interstadiale. — Die Einstufung des Northeimer Tons in das Holstein-Interglazial wurde bestätigt. Das bisher als dem Northeimer gleichaltrig aufgefaßte Ton- und Torfvorkommen von Eichenberg ist hingegen als Ablagerung des Oberpliozäns (der Reuver-Stufe) anzusprechen.

Abstract: Paleobotanical investigations have been made in the clay occurrences of Bilshausen (Untereichsfeld), Northeim (Leine) and Eichenberg (in the south of Göttingen). The investigation of parts of the section of Bilshausen representing the Cromer era shows remarkable convergencies concerning the history of vegetation compared with the Eem-interglacial occurrences. The grey silt which exists in the roof of the „Kohleton" of Bilshausen above the periglacial red clay is not representing an interglacial but the beginning or ending phase of it, if not two independent interstadial periods. — The assignment of the Northeim Clay to the Holstein Interglacial has been confirmed. The clay and peat occurrences of Eichenberg hitherto considered as being of the same age as that of Northeim have to be regarded as sedimentation of the Upper Pliocene (Reuver-stage).

Résumé: Les gîtes d'argile de Bilshausen (Untereichsfeld), Northeim (Leine) et Eichenberg (au sud de Göttingen) ont été examinés du point de vue paléo-botanique. L'examen des parties du profil cromérien de Bilshausen donne des convergences remarquables de l'histoire de la végétation aux gîtes interglacial de Eem. Le limon gris qui se trouve dans le toit du „Kohleton" de Bilshausen au dessus de l'argile rouge périglacial, ne

1) Aus dem Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Göttingen.

*) Anschrift des Autors: Dr. S. Chanda, 1A. Budhu Ostagar Lane, Calcutta-9, India.

représente pas un interglacial, mais une époque au debut ou à la fin d'un tel, s'il ne représente pas deux interstadiaux indépendants l'un de l'autre. — La classification de l'argile de Northeim dans l'interglacial du Holstein a été confirmé. Par contre, le gîte d'argile et de tourbe d'Eichenberg — consideré jusqu'à présent comme étant du même âge que celui de Northeim — est à considérer comme sédimentation du Pliocène supérieur (étage de Reuver).

Inhalt

1. Einleitung 785
2. Methodik 786
2.1. Entnahme der Profile 786
2.2. Pollenanalyse 786
2.2.1. Aufbereitung 786
2.2.2. Mikroskopier-Technik 787
2.2.3. Pollenbestimmung und Darstellung der Ergebnisse 787
2.3. Großrest-Analyse 788
3. Bilshausen 788
3.1. Das Untersuchungsgebiet 788
3.2. T_2-Ton 790
3.2.1. Stratigraphie 790
3.2.2. Beschreibung der Profile 794
3.2.3. Vegetationsentwicklung 796
3.3. Ergänzende Untersuchungen des Kohletons I 800
3.4. Kohleton II 805
3.4.1. Beschreibung des Profils 805
3.4.2. Vegetationsentwicklung 806
3.4.3. Folgerung 807
4. Northeim 809
4.1. Das Untersuchungsgebiet 809
4.2. Stratigraphie 809
4.2.1. Profilbeschreibung 810
4.3. Vegetationsentwicklung 810
4.4. Folgerung 811
5. Eichenberg 812
5.1. Das Untersuchungsgebiet 812
5.2. Stratigraphie 812
5.2.1. Profilbeschreibung 813
5.3. Vegetationsentwicklung 814
5.4. Folgerungen 818
6. Zusammenstellung und Begründung der wichtigsten Bestimmungen 824
7. Zusammenfassung 831
Summary 832
Schrifttum 833

1. Einleitung

Im südwestlichen Harzvorland (Untereichsfeld) und im Bereich des Leinegrabens befinden sich an mehreren Stellen tertiäre und quartäre Ablagerungen, die fossile Pflanzenreste (Großreste wie Pollen) enthalten. Sie sind schon mehrfach untersucht worden. Im folgenden wird über Untersuchungen berichtet, die in Bilshausen, Northeim und Eichenberg durchgeführt worden sind (über die Lage der Fundstellen vgl. Abb. 1).

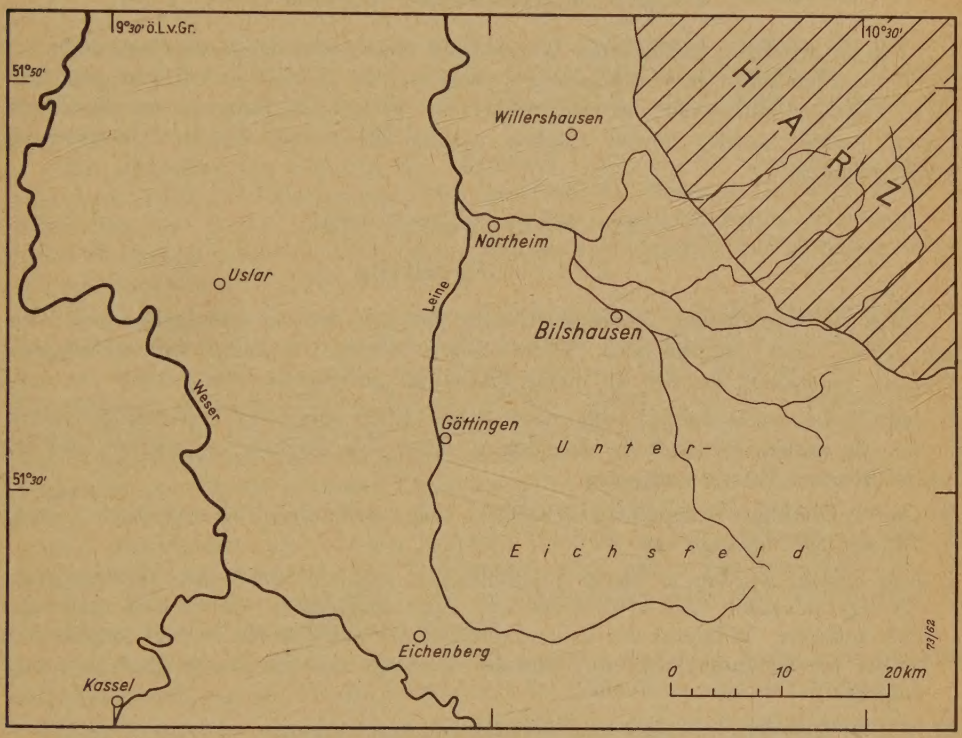


Abb. 1. Lageskizze.

Zunächst regten die Herren Dr. Helmut Müller und Dr. Gerd Lüttig (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover) an, die Großreste des als cromerzeitlich angesehenen Interglazials von Bilshausen zu bearbeiten. Später teilte Herr Dr. Lüttig mit, daß die Northeimer Ablagerung zur Zeit gut aufgeschlossen sei, worauf ihre Untersuchung ebenfalls begonnen wurde. Schließlich wurde noch eine weitere Ablagerung in der Jungschen Ziegelei von Eichenberg einer Bearbeitung unterzogen, in der Frau Dr. Rabien und Herr Dr. H. Müller schon früher einige gut erhaltene Pollen festgestellt hatten.

Diese Untersuchungen wurden von 1957 bis 1960 im Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Göttingen ausgeführt. Mein herzlicher Dank gilt Herrn Prof. Firbas für die Anregung zu dieser Arbeit und für sein Interesse an ihr. Ich danke ebenfalls Herrn Dr. Lüttig für mehrfache Mitteilungen über Bilshausen und Northeim, für die Übersendung

einiger Großreste von Bilshausen und mehrmalige Diskussionen am Fundort. Für solche und die Hilfe beim Probensammeln danke ich auch Herrn Andreas Bertsch sowie einigen anderen Kollegen und Freunden im Institut. Für die Erlaubnis zur Arbeit in den Gruben und zur Probenentnahme bin ich den Besitzern der Jacobi-Tonwerke, Bilshausen, der Ziegelei Kerl, Northeim, und der Ziegelei Jung, Eichenberg, zu Dank verpflichtet.

2. Methodik

2.1. Entnahme der Profile

Die an den frisch gesäuberten Wänden mit einem scharfen Messer entnommenen Proben wurden sofort in Plastikfolie gewickelt und im Institut in luftdicht abschließbaren Gefäßen aufbewahrt, in die jeweils ein offenes Glasröhrchen mit 30 %igem Formol gestellt wurde. Soweit möglich, wurden die Proben bis zur Untersuchung feucht gehalten.

2.2. Pollenanalyse

2.2.1. Aufbereitung

Aus den Vorschriften, Proben zu kochen, wie sie Erdtman (1954), Faegri & Iversen (1950) und hauptsächlich Troels-Smith (1954) angeben, wurde folgende Methode entwickelt, die sich für meine Proben als am geeignetsten erwies:

a) Jede Probe wurde durch Kochen mit 10%iger KOH aufgelockert, daraufhin gesiebt, um die groben Bestandteile abzufangen, dann abwechselnd zentrifugiert und mit destilliertem Wasser gewaschen.

b) Um kalkhaltige Bestandteile ($CaCO_3$), falls vorhanden, herauszulösen, wurde 10%ige HCl hinzugefügt.

c) Alle Proben wurden in kleine Plastikflaschen gegeben, mit kalter HF (ungefähr 75%ig) behandelt und so drei bis vier Tage aufgehoben, damit Ton und Sand sich auflösen. Während der Behandlung mit HF wurden die Proben sorgfältig in einem paraffinausgekleideten Exsikkator gehalten und in Plastikröhrchen zentrifugiert.

d) Um zu dehydrieren, folgte eine Behandlung mit Eisessig.

e) Jede Probe wurde im Wasserbad von 100° C mit einem Gemisch aus 10 Teilen Essigsäureanhydrid und einem Teil konz. H_2SO_4 behandelt.

f) Nach zweimaligem Waschen mit Wasser wurde sie in Glyzerin gegeben und einige Zeit im Wasserbad von 75° C gehalten, damit die Pollen schwellen und ihre ursprüngliche Form zurückgewinnen konnten, die sie während der vorhergehenden chemischen Behandlung möglicherweise verloren hatten.

g) Schließlich wurden sie in kleinen Glasröhrchen aufgehoben, wobei auf den erhaltenen Niederschlag jeder Probe jeweils dreimal soviel Glyzerin gegeben wurde, um eine vergleichbare Pollendichte zu haben.

In einigen Fällen, wenn die Proben zu trocken waren, wurden sie vor dem Kochen 12 Stunden mit kalter KOH (10%ig) behandelt, um sie aufzulockern, ohne jedoch mechanische Hilfsmittel zu benutzen, wodurch große Pollenkörner zerstört werden könnten.

2.2.2. Mikroskopier-Technik

Im allgemeinen wurde das Zählen der Pollen bei einer 500fachen Vergrößerung mit einem Binokular-Mikroskop von Zeiss-Winkel ausgeführt (Objektiv: 40/0,65 n. Ap. + Okular: 12,5fach). Wenn zur Bestimmung von unbekannten Pollenkörnern ihre feinere Struktur und Skulptur beobachtet werden mußte, wurde das Immersions-Objektiv (100/1,3 n. Ap. + Okular: 12,5fach) mit 1250facher Vergrößerung benutzt.

2.2.3. Pollenbestimmung und Darstellung der Ergebnisse

Zur Bestimmung verschiedener Pollen- und Sporentypen dienten der Schlüssel von Faegri & Iversen (1950) und eine im Institut mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft hergestellte Vergleichssammlung von rezentem, azetolysiertem Material sowie von Pollenfotografien.

Zur Identifizierung benutzte ich: Wagenitz (1955) für den *Centaurea*-Pollentyp, Wagenitz (1956) für Valerianaceae, Müller (1948) für *Plantago*, Hedberg (1946) für *Polygonum* und Straka (1954) für *Cornus*. Bei nomenklatorischen Schwierigkeiten nahm ich Zander (1955) zu Hilfe. Meine pollenmorphologischen Ausführungen stützen sich auf Erdtman (1952, 1954 und 1957).

Von besonders wichtigen und seltenen Pollenkörnern wurden Einzelkornpräparate angefertigt und als Beleg fotografiert. Die Methode nach Faegri & Iversen (1950) ist wie bei Beug (1957) ein wenig abgeändert worden: Unter Kontrolle der kleinsten Vergrößerung (125fach, Okular 12,5fach, Objektiv 10fach) wird das Deckglas langsam weggeschoben, bis das Pollenkorn freiliegt. Dann wird das Korn mit der Spitze einer sehr feinen Präpariernadel herausgehoben. Es wird auf einen bereitliegenden Objektträger mit einem Tropfen warmer Glyzeringelatine gebracht und ein Deckglas darübergelegt. Durch vorsichtiges Erwärmen breitet sich die Glyzeringelatine unter dem ganzen Deckgläschen aus. Mit der kleinsten Vergrößerung des Mikroskopes wird das Korn gesucht und markiert. Der Objektträger wird einige Zeit umgedreht, bis das Korn am Deckgläschen (und nicht mehr am Objektträger) sitzt, was die optischen Bedingungen für das Fotografieren verbessert.

Die Zahl der bestimmten Pollenkörner war von Probe zu Probe unterschiedlich, das hing jeweils von der Art der Proben und der Pollendichte und -erhaltung ab.

Die Ergebnisse aus den einzelnen Profilen werden in Pollendiagrammen dargestellt. Alle Diagramme sind Gesamt-Diagramme mit einer Grundsumme aus Baumpollen (BP) und Nichtbaumpollen (NBP). Einige wichtige, aber seltene Pollentypen wurden nicht in die entsprechenden Spektren mit besonderen Zeichen eingetragen, sondern es wurde die absolute Zahl der in einer Probe gefundenen Pollenkörner angegeben. Ich habe auch *Corylus* in die Grundsumme als BP eingeschlossen, "as the hazels of the shrub layer in unthinned forests do not flower or flower very sparsely" (Faegri & Iversen 1950). Außerdem wurden in allen drei Ablagerungen (Bilshausen, Northeim und Eichenberg) *Corylus*-Pollen niemals in großer Häufigkeit gefunden.

Es steht etwas anders mit Eichenberg. *Alnus* hat hier sehr hohe Werte und wurde deshalb in die Grundsumme nicht eingeschlossen, weil ihr Vorkommen wahrscheinlich auf lokalen Einfluß zurückzuführen ist und ihr Einschluß die relative Häufigkeit anderer BP stark beeinflussen würde (vgl. Firbas 1949, S. 193 und Janssen 1959).

Die Pollendiagramme von Bilshausen und Northeim sind in der üblichen Art dargestellt (s. Taf. 52—54, Fig. a). Auf der linken Seite zeigt die Spalte die Strati-

graphie an, und die Zahlen bezeichnen die Tiefenangaben in cm. Die Zahlen daneben dienen der Einteilung in verschiedene Waldperioden. Es folgen die Kurven der verschiedenen BP links und die der Gramineae, Cyperaceae und sonstigen NBP rechts. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die jeweiligen Prozentsätze der weniger häufigen BP-Typen, besonders die der EMW-Arten, gesondert aufgeführt. Daneben sind in Schattenrissen, eingeschlossen in die Grundsumme, verschiedene wichtigere NBP-Typen eingetragen. Die folgende Spalte gibt die Zahl der Pollenkörner in der Grundsumme an, die von der betreffenden Probe gezählt wurden. Daran schließen sich die Werte für die verschiedenen beobachteten Sporen-Typen an, einschließlich der Wasserpflanzen, die jedoch aus der Grundsumme ausgeschlossen sind. Die Pollendichte ist in der letzten Spalte angegeben und wurde auf Pollenkörner je cm^2 berechnet.

In Eichenberg sind wichtige BP-Typen heute in Mitteleuropa nicht mehr vorherrschender Waldelemente, einige sind hier sogar ausgestorben. Alle BP und die wichtigeren NBP werden in einer vertikalen Spalte für sich wiedergegeben. Die nächste Spalte gibt das Verhältnis der BP- zur NBP-Häufigkeit in Kurven an. Darauf folgen, wie in den anderen üblichen Diagrammen, die Grundsumme sowie die Angaben über Wasserpflanzen, die verschiedenen Farn- und Moossporen und schließlich die Pollendichte (Pollenkörner/cm^2). Die Spalten der Pollen- und Sporentypen, die nicht in der Grundsumme eingeschlossen sind, sind unausgefüllt gelassen.

2.3. Großrest-Analyse

Zur Analyse der Großreste ließ Verf. 15%ige Salpetersäure 14 Tage lang oder länger auf das Material einwirken (vgl. Rabien 1953, Reich 1953, Godwin 1956). Zur Bestimmung wurden Baas (1932), Bertsch (1941), Brouwer & Stählin (1955), Godwin (1956), Kirchheimer (1957), Mädler (1939), Miki (1957), Schmidt (1941), Wittmack (1922) und besonders für *Potamogeton*-Steinkerne Jessen (1949) herangezogen. Außerdem wurde die endgültige Bestimmung durch einen Vergleich mit rezenten Samen, Früchten etc. überprüft.

3. Bilshausen

3.1. Das Untersuchungsgebiet

Die Aufschlüsse der quartären Ablagerungen von Bilshausen, Kr. Duderstadt, nordöstlich von Göttingen (s. Abb. 1), sind seit 1923 besonders von Geologen und Paläontologen mehrfach untersucht worden, und die Fossilfunde einiger Säugetiere (Schmidt 1934) gaben erste Anhaltspunkte für ihre Datierung. Das Untereichsfeld ist eine hauptsächlich ebene Landschaft, ihr Waldbestand gering. Die geologische Grundschicht ist der Buntsandstein, eine Wechselfolge von dünnschichtigem, rotbraunem und grünlichem Schieferton mit kleinkörnigem Sandstein (Deppe 1912). Das ganze Gebiet ist mit sehr kalkarmem Lehm bedeckt, der teilweise durch Sandsteinverwitterung, teilweise aus Löß entstanden ist. Das Untereichsfeld ist reich an kleineren und größeren Einsturzbecken. Ihre Entstehung ist nach Grupe (1909) und Sobotha (1923) auf Salzauslaugungsvorgänge des unter dem Buntsandstein liegenden Zechsteins während der Tertiär- oder Quartärzeit zurückzuführen. Dadurch sank die Buntsandsteindecke stellenweise ein. Solch ein Senkungsbecken, das sich später mit Wasser anfüllte, soll auch das von Bilshausen sein. Nach Lüttig & Rein (1954) können

jedoch diese Auslaugungsvorgänge für die Bildung des Bilshäuser Beckens, das heute mit verschiedenen Ton-, Lehm- und Sandlagern angefüllt ist und eine Ausdehnung von ungefähr 1,7 km² hat, noch nicht mit Sicherheit als Ursache angenommen werden. Die große Mächtigkeit der Tone und deren Zunahme zum Zentrum hin würde jedenfalls Auslaugungsvorgängen nicht widersprechen.

Die Stratigraphie ist besonders gut in der Tongrube der Ziegelei Jacobi aufgeschlossen (nach Sobotha 1923, Schmidt 1934, Selzer 1936, Bismarck 1942 und Lüttig & Rein 1954). Die genannten Autoren geben folgende Einteilung der Schichtenfolge:

(7) jüngerer Löß 1 + 2 (Selzer)
(6) Verlehmungszone (Selzer)
(5) älterer Löß 1 + 2 (Selzer)
(4) Geröllage (Selzer) = „Bachablagerung" (Bismarck)
(3) „T_2-Ton" (Bismarck)
(2) roter Ton
(1) „Kohleton" (Bismarck)

Der Löß ist in einen älteren und einen jüngeren Löß aufgeteilt (Selzer 1936), die in die Zeiten der Saale- und Weichsel-Vereisungen gestellt werden. Zwischen beiden liegt stellenweise eine starke Verlehmungszone, die einem niederschlagsreichen Interglazial angehört (Deppe & Troe 1956). Diese ist jedoch frei von strukturierten organischen Substanzen. Die pollenanalytischen Untersuchungen von Bismarck (1942) über die oberen 2,5 m des Kohletons müssen heute als überholt und unzureichend angesehen werden. Später versuchten Lüttig und Rein die Altersbestimmung des Kohletons auf stratigraphischem und pollenanalytischem Wege. Das Pollendiagramm von Rein zeigt die charakteristische Entwicklung einer Interglazialflora. Dabei fällt eine große Ähnlichkeit mit dem letzten, dem Eem-Interglazial auf. Aber es finden sich im fossilen Pollengehalt auch Arten, die sonst für das Pliozän bezeichnend sind, nämlich der *Pinus haploxylon*-Typ, *Tsuga*, Taxodiaceae, Cupressaceae, dazu noch *Fagus*. Auf Grund dieser Vorkommen weisen die Verfasser den Kohleton in Bilshausen einer altquartären Warmzeit zu, und zwar der Cromer-Warmzeit (Günz/Mindel-Interglazial). Da von Lüttig und Rein Großrest-Untersuchungen nicht vorgenommen wurden und auch die hangenden Schichten (T_2-Tone) zu Beginn meiner Untersuchungen nicht untersucht waren, habe ich versucht, einen Teil dieser für eine abschließende Bearbeitung der Fundstelle notwendigen Untersuchungen durchzuführen.

1957/58 wurden im Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld, noch weitere pollenanalytische Untersuchungen durchgeführt, die sich auf den T_2-Ton, den roten Ton, den Kohleton und einen diesen unterlagernden roten Ton (= unterer roter Ton) erstreckten (Averdieck & v. d. Brelie 1962). Danach ist der obere rote Ton ebenso wie der T_2-Ton eine kaltzeitliche Bildung. Hinsichtlich der stratigraphischen und klimatischen Stellung des T_2-Tones wurden keine Abweichungen von meinen Ergebnissen festgestellt, zumal aus dem etwa 7 m mächtigen Profil nur einige Proben bearbeitet wurden. Für die vegetationsgeschichtliche Gliederung des Kohletons ergaben sich gegenüber dem Diagramm von Rein keine neuen Gesichtspunkte. Der untere rote Ton gleicht in seiner Pollenführung den Tonen im Hangenden des Kohletons und dürfte dem Ende einer Kaltzeit bzw. einer beginnenden Warmzeit angehören.

Bilshausen liegt in 160—170 m Höhe ü. d. M. Über das heutige Klima des Untersuchungsgebietes liegen folgende Angaben vor (vgl. Brüning: Atlas Niedersachsen; Klimakunde des Deutschen Reiches, Bd. II): Die mittlere Lufttemperatur im Sommer (April—Sept. 1881—1930)

beträgt 13°—14° C, im Januar 0 bis —1° C, im Juli über 17° C, die jährlichen Niederschläge liegen zwischen 600 und 700 mm, mit einem Minimum im März und einem Maximum im Juli, die mittlere Niederschlagshöhe ist im Winter (Okt.—März) 250—300 mm und im Sommer (April—Sept.) 370,5—400 mm.

In dem Kohleton wurde um 1930 ein Skelett von *Alces latifrons* gefunden (Schmidt 1934). Außerdem ist von Bismarck (1942) der Fund von Halswirbeln und Unterkieferteilen mit Zähnen von *Dicerorhinus etruscus,* von Fuß- und Kopfknochen von *Cervus elaphus* oder *Megaceros verticornis* (Lüttig & Rein 1954) und von einem Unterkiefer von *Capreolus capreolus* beschrieben worden.

Eine Bearbeitung der neueren Knochenfunde durch Prof. Dr. O. Sickenberg, Hannover, ist im Gange. Nach den bisher vorliegenden Befunden ist an dem cromerzeitlichen Alter des „Kohletones" nicht zu zweifeln (Anm. d. Schriftleitung).

3.2. T_2-Ton

3.2.1. Stratigraphie

Da der Kohleton (1 in Abb. 2) 1957 unter Wasser stand, nahmen die Untersuchungen vom T_2-Ton = obere Teichablagerung (3) ihren Ausgang. An der Grenze zum roten Ton wurden aus einer ungefähr 5 m mächtigen Schicht des T_2-Tons die Proben für Profil I (1 in Abb. 2), dessen oberster Teil in der Zwischensohle (9) endet, entnommen. Später wurde Profil II a (2 in Abb. 2) ungefähr 74 m nordwestlich von Profil I gesammelt. Ungefähr 12 m südlich von Profil II a wurde ein weiteres Profil gesammelt (Prof. II = 3 in Abb. 2), das dem Profil II a parallel ist und von der Zwischensohle (9) bis über die obere Abbausohle (11) reicht (Abb. 2, 3). Auf Grund der stratigraphischen und pollenanalytischen Zusammenhänge kann man Profil II und II a mit dem Profil I parallelisieren. Zwei weitere Profile (Prof. IV a und IV b = 4 bzw. 5 in Abb. 2) wurden 4,5 bzw. 6 m südlich von Profil II stratigraphisch bearbeitet. Profil V (6 in Abb. 2) wurde 8 m südlich von Profil IV b und Profil VI (7 in Abb. 2) 10 m südöstlich von Profil V beschrieben (Abb. 2). Proben für die Untersuchung wurden von diesen Profilen nicht gesammelt, es wurde lediglich die Stratigraphie verglichen (Abb. 3). Aus diesem Vergleich ist zu ersehen, daß die Schichtenfolge stark nach Südosten, d. h. zum Beckenzentrum hin, einfällt (Abb. 3). Beim Vergleich der Pollendiagramme sieht man außerdem, daß sich die in Profil I (345—440 cm) unterscheidbaren Abschnitte in Profil II a ohne Zweifel wiederfinden. Auch die Mächtigkeit der Abschnitte in beiden Profilen stützt diese Auffassung.

Unterschrift zu Abbildung 2

Die Tongrube (nach Lüttig, etwas geändert). Die verschiedenen Stellen der Profilentnahme und die Abbausohlen.

1 = Profil I
2 = Profil II a
3 = Profil II
4 = Profil IV a
5 = Profil IV b
6 = Profil V
7 = Profil VI
8 = Untere Abbausohle
9 = Zwischensohle 1957
10 = Alte Abbausohle
11 = Obere Abbausohle 1957
12 = Kohleton II
13 = AT
14 = AI und AK
15 = AJ (= AY)

vgl. S. 800

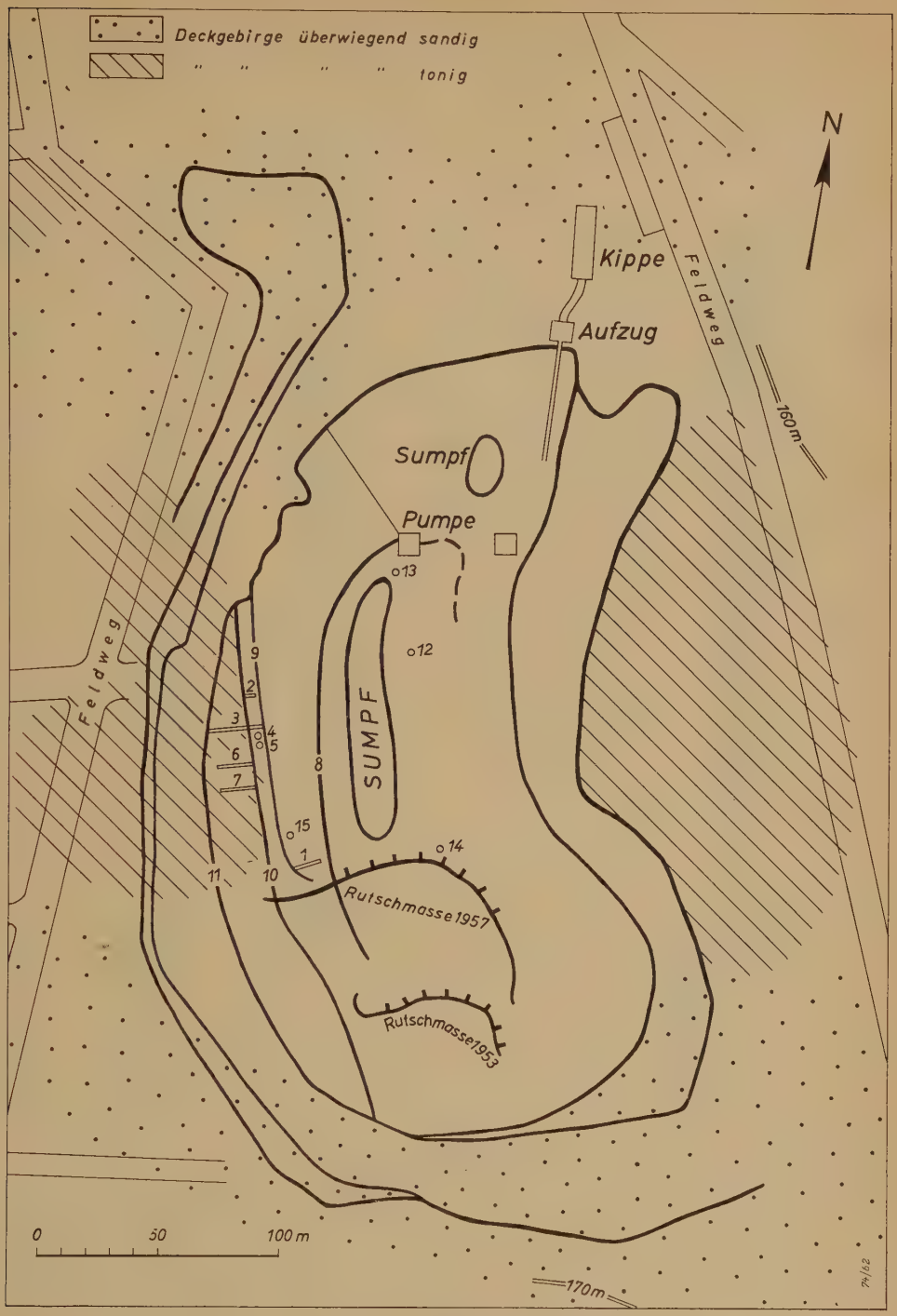


Abb. 2. Bilshausen.
Unterschrift siehe nebenstehende Seite

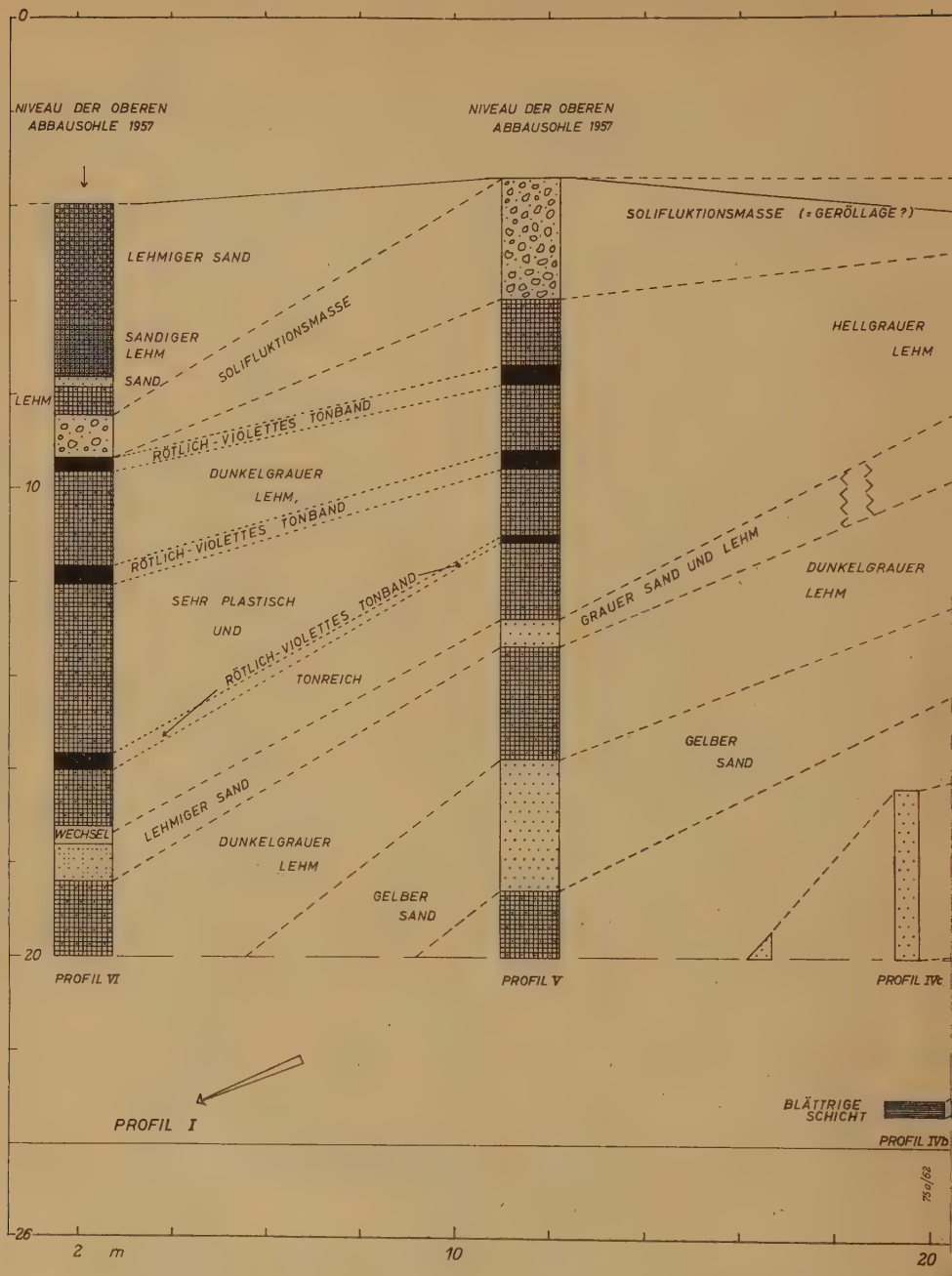
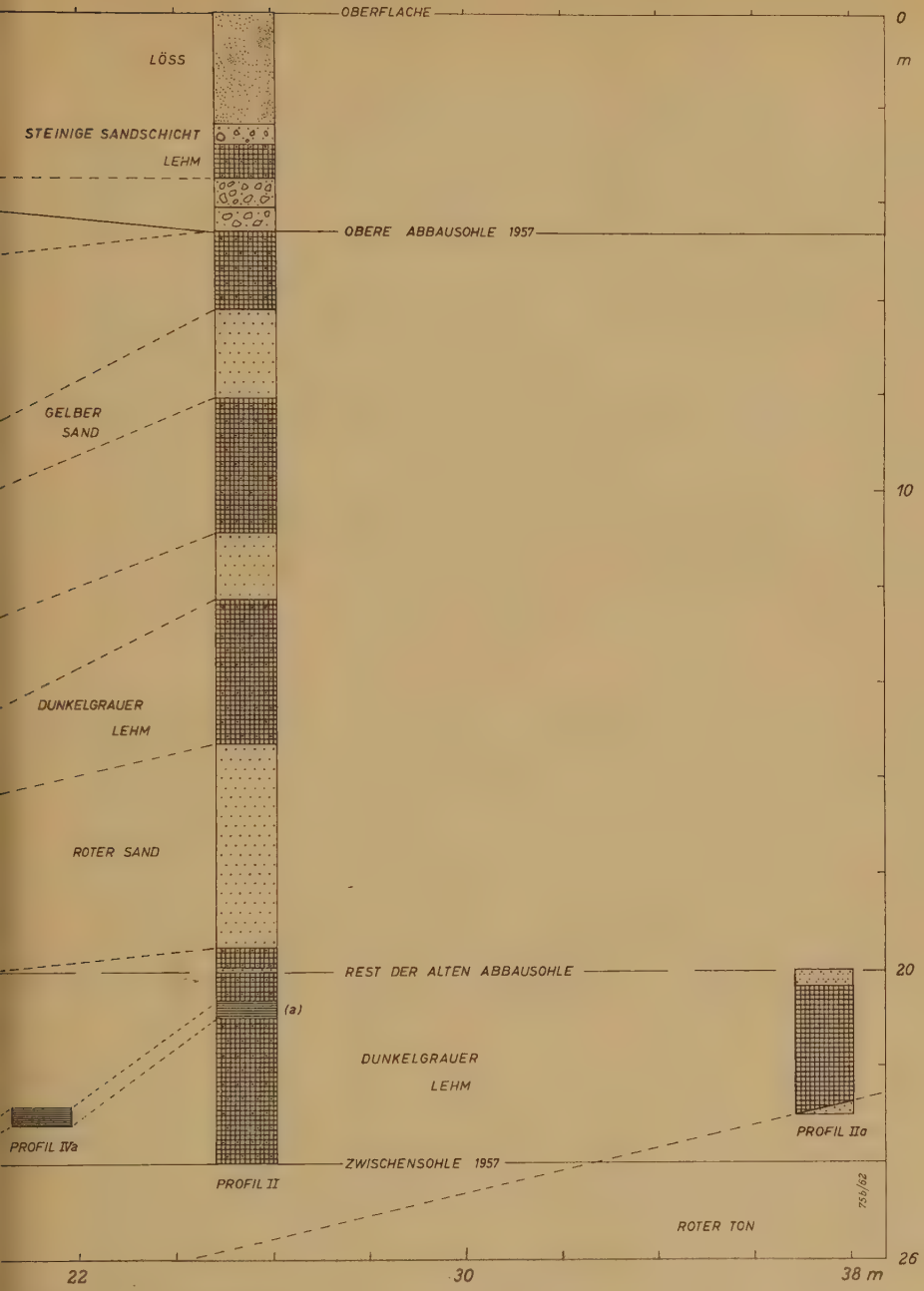


Abb. 3. Bilshausen. Stratigraph



Bereich des T_2-Tons 1958.

Die organischen Bestandteile treten im T_2-Ton gegenüber dem Kohleton bedeutend zurück (Bismarck 1942). Seine Untersuchungen über die Zusammensetzung des T_2-Tons zeigen durchschnittlich folgendes Ergebnis:

organische Bestandteile	— 32,6 %
Eisenhydroxyd	— 13,0 %
mineralische Bestandteile	— 53,9 %

Seine Folgerung war (S. 34): „Besonders gut tritt dabei hervor, daß der Faulschlamm des Kohletons in einer vegetationsreichen Periode entstanden sein muß, während der rote Ton durch seine absolute Armut an organischen Resten auf ein kaltes Klima zur Zeit seiner Entstehung schließen läßt. Und der hangende T_2-Ton fällt auch wieder in eine Zeit, die infolge günstigen Klimas eine reiche Pflanzendecke hervorgebracht hat."

Von dem liegenden roten Ton setzt sich der Beginn des T_2-Tons durch einen dunkelgrauen Ton besonders deutlich ab. Auf Grund der geologischen Beobachtungen wurde der rote Ton zur Elster-Eiszeit gestellt und die darüber liegende Ablagerung (T_2-Ton) zur nächsten Warmzeit, nämlich dem Holstein-Interglazial (Bismarck 1942, Lüttig & Rein 1954). Aus der Entwicklung der Flora und aus der Stratigraphie folgt, daß zu Beginn der Ablagerung (beim Wechsel vom roten Ton zum T_2-Ton) eine Kaltzeit herrschte.

Die Pollendiagramme dieser Schicht lassen sich wie gewohnt in einzelne Perioden gliedern. In dem vorliegenden Material können wir acht solche Zonen unterscheiden. Sie werden mit den Ziffern 1—8, die aufeinanderfolgenden Schichten mit A, B, C usw. bezeichnet.

3.2.2. Beschreibung der Profile

Bilshausen, Profil I (Taf. 52, Fig. a).

Dieses Profil wurde von einem Aufschluß am südöstlichen Rande der Unteren Abbausohle entnommen. Es konnte nur bis zur Zwischensohle gesammelt werden. Hierbei handelt es sich von oben nach unten um folgende Schichten (als „0" wurde die Tiefe von etwa 15 cm unter der Zwischensohle gewählt. Die Zahlen neben den Angaben der Großreste betreffen die Anzahl der gefundenen Samen, Früchte usw.):

I. 0 bis 35 cm:

Schluffiges, limnisches Sediment, dunkelgraubraun, aufspaltend in Schichten von Feinsand mit ± rotbraunen Überzügen. Steinkerne von *Potamogeton pusillus* (3), *P. gramineus* (2), *Potamogeton* sp. (2 — etwas zerstört). Früchte von *Myriophyllum* sp. (1), *Zannichellia* sp. (2), *Rumex maritimus* (3), *Ranunculus* sg. *Batrachium* (6), *R. sceleratus* (2), *Betula* sp. (1 — ohne Flügel). Ein Samen von *Hippuris vulgaris*, ein Schlauch von *Carex* sp., *Eucarex*.

H. 35 bis 115 cm:

Olivgraue, gepreßte, z. T. feingeschichtete „Gyttja" (leicht, mit offenbar wenig Schluff oder Ton). Früchte von *Betula pubescens* (1), *Ranunculus* sg. *Batrachium* (15), *R. sceleratus* (3), *Myriophyllum* sp. (1), *Zannichellia* sp. (5), *Rumex maritimus* (3). Steinkerne von *Potamogeton natans* (3), *P. densus* (3), *Potamogeton* sp. (1 — zerstört), *P. pectinatus* (2), *P. pusillus* (3 Steinkerne, 8 Blattreste). Blattreste von *P. rutilus*. Ein Früchtchen von cf. *Scirpus* sp.

G. 115 bis 200 cm:

Grauer Ton, durch Oxydation rotbraun, entlang horizontaler Schichten mit organischem Detritus. In dem aufgesammelten Material wurden keine bestimmbaren Großreste gefunden.

F. 200 bis 240 cm:

Übergangsschicht von rötlichem zu grauem Ton, Feinsand abnehmend. Bestimmbare Großreste wurden nicht gefunden.

E. 240 bis 340 cm:

Heller, rötlicher und grauer Ton mit feinen, sandigen Schichten. Pollenfrei. Keine Großreste.

D. 340 bis 355 cm:

Übergang in grauen und roten Ton, offenbar limnischer Entstehung. Zwei Samen von *Hippuris vulgaris*. Früchte von *Myriophyllum spicatum* (1), *Heleocharis palustris* ssp. *mammillata* (1), *Rumex maritimus* (8), *Ranunculus* sg. *Batrachium* (4), *R. sceleratus* (2), *Zannichellia palustris* (6).

C. 355 bis 385 cm:

Dunkelblaugrauer, limnischer Ton. Früchte von *Betula pubescens* (1), *Ranunculus sceleratus* (1), *Myriophyllum spicatum* (2), *M.* cf. *verticillatum* (1). Steinkerne von *Potamogeton natans* (3), *P.* cf. *densus* (1), *P. polygonifolius* (1). Ein Früchtchen von *Scirpus* sp., ein Nüßchen von *Carex* sp., *Eucarex*.

B. 385 bis 415 cm:

Stark gepreßte, olivgraue Ton-Gyttja. Steinkerne von *Potamogeton praelongus* (1), *P. pusillus* (4), *Potamogeton* sp. (2). Blattreste von *P. pusillus*. Früchte von *Betula* sp. (11), *Zannichellia palustris* (3), *Ranunculus* sg. *Batrachium* (3), *R. sceleratus* (1), *Heleocharis palustris* ssp. *mammillata* (1), *Rumex maritimus* (3), *Myriophyllum alterniflorum* (1). Ein Früchtchen von *Scirpus* sp., Nüßchen von *Carex* sp., *Eucarex* (2).

A. 415 bis 440 cm:

Dunkelolivgrüne, stark gepreßte Ton-Gyttja. Früchte von *Zannichellia palustris* (13), *Ranunculus* sg. *Batrachium* (6), *R. sceleratus* (3), *Rumex maritimus* (5), *Betula* sp. (10 — ohne Flügel). Ein Schlauch von *Carex* sp., *Eucarex*. Steinkerne von *Potamogeton* cf. *pusillus* (3), *P. pusillus* (1).

440 bis 505 cm: wie vor, sehr pollenarm.

505 cm = obere Kante des roten Tons.

Bilshausen, Profil II a (Taf. 52, Fig. b).

Nach den pollenanalytischen Ergebnissen entspricht dieses Profil dem unteren Teil des Profils I, etwa der Mitte von 345 bis 440 cm, aber leider wurden hier keine Großreste gefunden.

D. 0 bis 30 cm:

Heller, speckig glänzender, grauer, sandiger Ton.

C. 30 bis 95 cm:

Dunkler, speckig glänzender, olivgrauer Lehm.

B. 95 bis 134 cm:

Sehr fester, feuchter, grauer Lehm, mit schmalen Bändern rötlich-violetten Sandes.

A. 134 bis 175 cm:

Roter, sandiger Lehm.

Das Profil beginnt am Übergang vom roten Ton zum dunkelgrauen Ton = T_2-Ton. Die Schicht zwischen 95 und 175 cm ist sehr pollenarm, deshalb wurde von einer statistischen Auswertung abgesehen.

Bilshausen, Profil II (Abb. 3 u. Taf. 53, Fig. a).

Nach den pollenanalytischen Ergebnissen entspricht dieses Profil ebenfalls dem Profil I und zum Teil dem Profil II a. Es wurden auch hier keine Großreste gefunden. Nach den

Pollenanalysen zeigen diese Profile untereinander eine fast gleiche Vegetationsentwicklung. Das charakteristische Merkmal von Profil II ist, daß es mehrmals von mächtigen Sandbändern unterbrochen wird. Sie werden zum Beckenzentrum hin schmäler und verschwinden allmählich oder werden von rotem, sandigem Ton verdrängt (daher entsprechen 24 m in II = 5,5 m in I).

0 cm = heutige Oberfläche.

K. 0 bis 200 cm:
Ungestörter, jüngerer Löß.

J. 200 bis 260 cm:
Steinige, rötliche Sandschicht.

I. 260 bis 339 cm:
Hellere, rötliche Lehmschicht.

H. 339 bis 449 cm:
Rote Solifluktionsschicht mit zahlreichen Steinen (Geröllage ?).

Obere Abbausohle 1957

G. 449 bis 599 cm:
Hellgrauer Lehm.

F. 599 bis 800 cm:
Gelber Sand, dessen unterer Teil gebleicht ist.

E. 800 bis 1080 cm:
Sehr feiner, bröckeliger, dunkelgrauer Lehm.

D. 1080 bis 1220 cm:
Gelber Sand, untere Grenze offenbar solifluidal verwürgt.

C. 1220 bis 1520 cm:
Dunkelgrauer Lehm, kleinbröckelig.

B. 1520 bis 1880 cm:
Roter Sand. [Diese Schicht entspricht im Profil I der pollenfreien Sandschicht E (240 bis 340 cm).]

A. 1880 bis 2400 cm:
Grauschwarzer Lehm (wie in Profil II a, dem es auch parallel ist; s. Abb. 3).
1955 cm — schwarze, blättrige Schicht (a).

3.2.3. Vegetationsentwicklung
(Abb. 3; Taf. 52, Fig. a u. b; Taf. 53, Fig. a)

Die Vegetationsentwicklung, wie sie sich aus den Pollendiagrammen der Profile I, II und II a ergibt, ist im großen und ganzen die gleiche, besonders was das Verhalten von *Betula*, *Pinus* und *Picea* anbelangt. Auch die Werte der NBP sind einander ähnlich. Ein auffallender Punkt ist jedoch, daß in Profil II a und II keine Großreste gefunden wurden; der Grund dafür ist vielleicht ihre Lage an einem seichten Rand des Sees, wo größere Reste leicht verwittern könnten. Der See muß jedoch von Wasserpflanzen besiedelt gewesen sein, da in Profil I Großreste von solchen gefunden worden sind.

(1) Aus dem Pollenbilde ist zu erkennen, daß die ältesten Sedimente in einer kalten Zeit entstanden sind. Die hohen NBP-Werte und die relativ geringe BP-Dichte weisen auf eine waldarme Zeit hin. Das Vorkommen von *Carpinus*-Pollen in Profil I, der in der nächsten Phase wieder verschwindet, ist von Interesse. In Profil II a kommt auch *Carpinus* vor, aber mit sehr niederem Wert. Wahrscheinlich handelt es sich um Sekundärpollen (umgelagerte Pollen aus älteren Perioden). Das kann auch für die geringen und unregelmäßigen Werte von *Pinus* und *Alnus* gelten. Eine *Salix*-Zeit ist nicht ausgeprägt. Auch *Hippophaë* kann in dem damaligen Vegetationsbild nur eine geringe Rolle gespielt haben, da Pollen nur in Profil II a und sehr sporadisch vorkommen. Der Wert der Cyperaceae beruht vielleicht auf lokalem Einfluß (Großreste von *Carex* sp., *Eucarex* !), während der hohe Gramineae-Wert kaum auf lokales Vorkommen zurückzuführen ist. Diese Ansicht wird durch das vollständige Fehlen von Gräser-Großresten gestützt.

(2) Diese Zone ist durch hohe BP-Anteile charakterisiert, wobei hauptsächlich *Betula* und *Pinus* dominieren und am Ende auch *Picea* etwas häufiger wird. Es lassen sich drei Unterabschnitte unterscheiden:

a) *Betula*-Zeit

Mit der stärkeren Ausbreitung von Baumbirken (darunter zumindest *Betula pubescens* durch Großreste bestätigt) sinken die NBP-Werte, und die BP-Häufigkeit steigt auf fast 90 % an. Es herrschen hier besonders *Betula*-Pollen vor, deren Wert bis auf 68,3 % der Gesamtsumme an Pollen steigt. Der BP-Wert wächst auf 82,3 %; trotzdem ist nicht anzunehmen, daß es sich zu dieser Zeit um einen geschlossenen Wald gehandelt hat, da die Gramineae-, *Artemisia*- und Compositen-Werte nicht stark zurückgehen. *Pinus* spielte keine große Rolle; da jeder Großrestfund von Kiefern fehlt, kann man daraus schließen, daß die Pollen vielleicht von weit her getragen wurden. Sporadisches Auftreten von *Ulmus*-, *Carpinus*- und *Corylus*-Pollen wurde ebenfalls nachgewiesen. Ein anderes charakteristisches Merkmal dieses Abschnittes ist das Auftreten von *Picea* besonders in Profil I, obwohl die Werte nicht hoch sind; in Profil II a trat *Picea* bereits in Zone 1 auf. Auch *Alnus* ist mit niedrigen Werten vertreten.

b) *Betula–Pinus*-Zeit

Betula dominiert auch hier mit Werten bis zu 56,5 %. *Pinus* bleibt an zweiter Stelle. In Profil I reicht die *Pinus*-Kurve bei 395 cm nahe an die von *Betula* heran, in Profil II a schneidet sie diese sogar bei 30 cm und geht dann wieder zurück, wobei *Betula* wiederum vorherrscht. Die NBP-Werte bleiben recht niedrig.

c) *Betula–Pinus–(Picea-)*Zeit

Am bemerkenswertesten in dieser Zone ist, daß der BP-Wert in Profil I von 375 zu 370 cm plötzlich sinkt, und zwar *Betula* von 50 auf 19 %, *Pinus* von 28,9 auf 15,5 % und der gesamte BP-Wert von 86 auf 42 %. Der gleiche beträchtliche Abfall des BP-Wertes wurde in Profil II a und II beobachtet. In diesem Abschnitt hat *Picea* eine gleichmäßige Kurve, die zwischen 3 und 9 % schwankt. Auch *Alnus* ist regelmäßig vertreten. Gegen Ende von Zone 2 c oder schon früher steigen die NBP kräftig an.

(3) *Pinus–Betula*-Zeit

Oberer Teil einer *Pinus–Betula*- (oder *Betula–Pinus*-)Zeit mit hohen NBP-Werten. In Profil I erreicht *Betula* einen Gipfel von 26,5 %, in Profil II a und II dominiert jedoch *Pinus*. *Picea, Alnus* und *Salix* kommen fast in jeder Probe mit geringen Prozent-

Werten vor. In Profil I bei 355 und 360 cm sind 2 bzw. 1 Pollenkorn von *Ulmus* gefunden worden. Der hohe NBP-Wert, besonders der Gramineen, weist auf einen offenen Waldbestand hin.

Am Ende von 3 findet sich in allen drei Profilen ein deutlicher Schichtwechsel und ein Übergang von dunkelgrauem zu gelblichem Ton ein. In Profil I von 240 bis 340 cm war das Material pollenfrei, unterhalb von 345 cm enthielt es Pollen.

Betrachtet man die Zonen 1, 2 a, b, c und 3, so ist wahrscheinlich, daß unterer und oberer Teil der Sedimente in einer kälteren Zeit entstanden sind als ihr mittlerer Teil. Da in der ganzen Schicht die Pollen der wärmeliebenden Bäume fast völlig fehlen, kann angenommen werden, daß dieses Sediment (Perioden 2 a, b, z. T. auch noch c) „Interstadialcharakter" hat. Neben *Betula, Pinus* und *Salix* kommt *Picea* und *Alnus* eine im Pollenanteil zwar geringe, aber doch wesentliche Rolle zu.

(4) *Betula—Pinus*-Zeit mit hohen NBP-Werten

Während im ganzen die Anteile von *Pinus* abnehmen, steigen die von *Betula* bis zu einem Maximum von 23 % in Profil I an. *Carpinus*-Pollen fehlen. *Alnus* hat einen gleichmäßig niederen Wert zwischen 3 und 8 %. *Picea* fehlt überraschenderweise in Profil I (Zone 4) fast ganz, während sie in den offenbar entsprechenden Schichten von Profil II mit niedrigen Werten eine geschlossene Kurve bildet (vielleicht handelt es sich um *Picea*-Pollen auf sekundärer Lagerstätte, an dessen Einschwemmungsquelle die Profile I und II [II a] eine verschiedene Stellung einnahmen ?). In 125 bis 140 cm wurden Pollenkörner vom *Ephedra distachya*-Typ und bei 180 cm von *Tilia* gefunden. In 7 Proben fand sich *Corylus*. Großreste wurden in dem aufgesammelten Material nicht gefunden.

Nach der großen, pollenfreien Lücke (E) treten in dem Abschnitt 4 (Profil I) die NBP wieder mit relativ hohen Werten auf. Das bedeutet, daß sich in diesem Gebiet lange Zeit höchstens ein offener und sehr lichter Wald, wahrscheinlich auch waldlose, baumarme Tundra, erstreckte. Im ersten Teil von 4 ist *Pinus* mit einem Gipfel von 30 % vertreten, aber später fällt der *Pinus*-Wert, und *Betula* schwankt zwischen 10 und 15 %. Der Pollenwert für Gramineen, Ranunculaceen (worunter sich auch Pollen der Wasserpflanzengattung *Batrachium* befinden können), Cyperaceen und *Artemisia* gleicht mehr oder weniger dem von Zone 1. Sporadisches Auftreten von *Ephedra* gegen Ende des Abschnittes ist bemerkenswert.

Profil II zeigt ebenfalls einen gleichmäßig niedrigen BP-Wert. *Quercus, Tilia* und *Ulmus* (sekundär?) kommen vereinzelt vor. Bei 1430 cm und 1280 cm trat je ein Korn vom *Ephedra distachya*-Typ auf. In 1340 cm errreicht *Betula* einen kleinen Gipfel mit 35 % und der BP-Wert einen solchen mit 56,5 %. Auf das Auftreten von *Picea* in 4 wurde schon hingewiesen.

(5) Zeit neuer *Betula*-Ausbreitung

Man kann zwei Unterabschnitte unterscheiden:

a) *Betula*-Zeit (Anfang)

Die Zone ist durch einen stetigen Anstieg von *Betula* und eine entsprechende Abnahme der NBP ausgezeichnet, während *Pinus* nur wenig absinkt. *Alnus, Carpinus* und *Corylus* kommen gelegentlich in Spuren vor, *Salix* jedoch häufig, einmal sogar mit 12,8 %.

b) *Betula*-Zeit (Fortsetzung)

Der *Betula*-Wert steigt weiter, die NBP fallen. Der bisher ziemlich hohe *Salix*-Wert sinkt gegen Ende plötzlich von 7,9 auf 2,7 % ab. *Carpinus* ist mit wenigen Prozenten vertreten. *Alnus* nimmt nach oben zu langsam ab.

(6) Diese Zone ist durch die Ausbreitung von *Betula* und *Pinus* mit geringen Anteilen von Nichtbaumelementen charakterisiert. Man kann drei Unterabschnitte unterscheiden.

a) *Betula*-Zeit

Das Sinken des NBP-Wertes in Zone 6 bezeichnet wieder eine etwas dichtere Bewaldung. Die Gramineen-, Cyperaceen-, *Thalictrum*-, *Artemisia*- sowie auch alle übrigen NBP-Werte fallen in den Pollenspektren beträchtlich. *Betula* erreicht bereits zu Beginn den höchsten Wert bei 78 % und verweist so auf das Bestehen ± geschlossener Birkenwälder. Auch sporadisches Auftreten von *Ulmus* und *Quercus* wurde nachgewiesen.

b) *Betula–Pinus*-Zeit

Pinus steigt etwa von Anfang dieser Zone wieder allmählich an. *Carpinus*, *Alnus* und *Salix* kommen ebenfalls, wenn auch spärlich, vor. Gleichzeitig mit dem Ansteigen von *Pinus* nimmt auch *Picea* zu, während *Betula* fällt. Von *Betula pubescens* wurden Großreste gefunden (vgl. S. 794; H).

c) *Betula–Pinus–(Picea-)*Zeit

In dieser Zone ist ein stratigraphischer Wechsel von Gyttja zu schluffigem Sediment bemerkenswert. Der allgemeine Zustand gleicht im großen und ganzen dem der Zonen 6 a und b; ein großer Unterschied ist, daß die *Betula*-Kurve nicht mehr allein dominiert, sie schwankt zwischen 40 und 50 % und übertrifft den *Pinus*-Wert nur wenig. Die NBP-Werte liegen in diesem Abschnitt sehr niedrig, nämlich zwischen 7 und 12 %. Neben *Betula* und *Pinus* spielt *Picea* eine wichtige Rolle, ihre gleichmäßige Kurve bleibt ungefähr um 5 % konstant. Der sehr niedrige NBP-Wert und die hohen *Betula*- und *Pinus*-Werte lassen den Schluß zu, daß zu jener Zeit richtige Wälder vorhanden waren, in denen *Betula* und *Pinus* dominierten, recht spärlich vielleicht auch *Picea* vorgekommen ist. *Carpinus*, *Alnus*, *Salix*, *Quercus* und *Ulmus* kommen vor, erreichen aber niemals Werte, die einen Fernflug oder ein sekundäres Vorkommen ausschließen könnten.

(7) *Pinus–Betula*-Zeit

Es ist versucht worden, einen Zusammenhang zwischen dieser Schicht in Profil I und der in Profil II aufzustellen. Der BP-Wert erreicht ein Maximum mit 88,5 % in Profil I und mit 84 % in Profil II, *Betula* und *Pinus* herrschen von Probe zu Probe etwas wechselnd vor. Die Parallelisierung der Zone 7 ist in Profil I und II nicht so gut gesichert wie die der anderen Zonen.

(8) *Betula–Pinus*-Zeit

Diese Zone zeigt abermals durch den Anstieg der NBP einen Rückgang der Bewaldung an. Die *Betula*- und *Pinus*-Werte bleiben in ähnlicher Höhe. Regelmäßiges, aber niedriges Auftreten von *Corylus*, *Carpinus*, *Alnus*, *Ulmus* und *Quercus*. Die *Salix*-Kurve steigt wieder an.

Der Abfall des BP-Wertes zeigt noch einmal einen Rückgang der Bewaldung an und weist damit auf das Ende eines zweiten Interstadials (der Elster-Eiszeit?) hin (vgl. S. 798).

Vorausgesetzt, der liegende Kohleton wurde während des Cromer-Interglazials abgelagert (Lüttig & Rein 1954, Bismarck 1942), dann müßten die darüber liegenden Sedimente (roter Ton, T_2-Ton mit abwechselnden Sandschichten), wenn keine Diskordanzen vorliegen, in die Elster-Eiszeit gehören. Während dieser Kaltzeit gab es offenbar vor Einbruch des nächsten Interglazials relativ wärmere Perioden, die jedoch nicht so warm waren, daß man sie Interglazialzeiten nennen könnte. Die Vegetation ging über einen — mit heutigen Verhältnissen verglichen — boreal-subarktischen Zustand nicht hinaus. An sich weist nach unseren heutigen Kenntnissen (Florschütz u. a.) das Holstein- (Neede-)Interglazial eine größere Häufigkeit von wärmeliebenden Laubbäumen und das Vorkommen von *Azolla filiculoides* ohne *Azolla tegeliensis* auf. Verf. konnte jedoch in Bilshausen keine dieser Arten feststellen.

3.3. Ergänzende Untersuchungen des Kohletons I

In seiner Dissertation hat Bismarck (1942) einen Überblick über die vegetationsgeschichtliche Stellung des Kohletons gegeben. Nach seinen stratigraphischen und pollenanalytischen Untersuchungen kam er zu der Folgerung, daß diese Schichten aus dem ältesten Interglazial Nordwestdeutschlands stammen. Später veröffentlichten Lüttig & Rein (1954) ein von Rein (allerdings noch fast ohne NBP) gezähltes Pollendiagramm des Kohletons, diskutierten seine Altersstellung auf Grund geologischer, zoo-paläontologischer und botanischer Befunde und kamen zu dem Ergebnis, daß diese Schicht während eines altpleistozänen Interglazials, und zwar während des Cromer-Interglazials, abgelagert worden ist.

Da diese Schicht tief blaugrau gefärbt ist, wurde sie „Kohleton" genannt. Nach Bismarck's Untersuchungen enthält der Kohleton im Durchschnitt 41,3 % organische Bestandteile, 14,3 % Eisenhydroxyd und 44,4 % andere mineralische Bestandteile.

Bei der ersten Begehung des Verfassers im Mai 1957 stand der Kohleton mehr oder weniger unter Wasser, von 11 m Mächtigkeit waren zu jener Zeit nur die obersten 1.5 m zu sehen. Die Schicht war sehr reich an Makro- sowie Mikrofossilien. Leider wurden zur Zeit des ersten Besuches, da man damals auf spätere bessere Aufschlüsse hoffen durfte, keine Proben gesammelt. Doch sank der Grundwasserspiegel zunächst nicht tiefer. Erst im Oktober 1959 wurde der obere Teil des Kohletons (ungefähr 2 m) dank großer Trockenheit noch einmal aufgeschlossen. Proben wurden entnommen und untersucht. Die ausführliche Vegetationsentwicklung und das Pollendiagramm werden am Ende des nächsten Kapitels (Kohleton II) beschrieben.

1958 jedoch hatte mir Dr. Lüttig freundlicherweise einige Großreste aus dieser Schicht geschickt. Da ich damals noch nicht wußte, ob ich jemals weitere Proben aus dem Kohleton würde sammeln können, unterzog ich diese Großreste einer genauen Untersuchung. Nach ihrer Bestimmung wurden, wenn es das Material zuließ, kleine Portionen Ton entnommen und pollenanalytisch untersucht, da ja nur mit Hilfe der Pollenanalyse die Zugehörigkeit dieser Reste zu den einzelnen Vegetationsabschnitten der Diagramme von Lüttig und Rein festgestellt werden kann. Das Ergebnis dieser Pollenanalysen wurde in Tabelle 1 zusammengestellt. Es stammen nach Lüttig die mit AT bezeichneten Proben aus der Mitte der Tongrube, und zwar aus einer Schicht etwa 3 m unterhalb der Oberkante des Kohletons. Die Proben AI und AK stammen aus dem Südteil des Beckens (Lüttig & Rein 1954), und zwar aus einer Schicht etwa 1.5 –2.5 m unter der Oberkante des Kohletons. Die Probe AJ (= AY) stammt aus der oberen Hälfte des T_2-Tons (vgl. Grubenplan, Abb. 2).

Die Probe Nr. 13 b (AJ = AY; *Potamogeton acutifolius)* stammt aus dem T_2-Ton. Das Ergebnis der Pollenanalyse zeigt *Betula*-Dominanz (72,2 %), gefolgt von *Pinus* (14,3 %), und vereinzeltes Auftreten von *Picea, Abies, Carpinus* und *Alnus* mit sehr niedrigen Prozenten. Dieses bestätigt die Ergebnisse der Untersuchung meiner eigenen dem T_2-Ton entnommenen Proben (vgl. S. 797 ff.).

Später schickte Dr. Lüttig vier weitere Proben von Tiefbohrungen in Bilshausen (aus dem Kohleton):

1. Probe 2/1956 — 2,5 bis 2,7 m Ton, dunkelblau
2. Probe 9/1956 — 9,0 bis 9,2 m Ton, dunkelblau
3. Probe 23/1956 — 23,0 bis 23,2 m Ton, rotbraun
4. Probe 28/1956 — 27,0 bis 27,6 m Ton, rot

Die Proben 23 und 28 enthielten keinerlei Fossilien. Die Proben 2 und 9 gaben gute Ergebnisse, enthielten aber ziemlich wenig Großreste, nämlich *Rumex maritimus* in Probe 2 und *Najas marina* in Probe 9. Die pollenanalytischen Ergebnisse der ersten Probe zeigten eine Dominanz von *Picea, Betula* und *Pinus* und nur ein sporadisches Vorkommen anspruchsvollerer Arten. Dieses Spektrum kann mit der Fichten–Tannen- und der Kiefern–Birken-Zeit von Lüttig & Rein (1954) verglichen werden. Die pollenanalytischen Ergebnisse der zweiten Probe zeigten relativ hohe Werte von *Ulmus, Tilia, Quercus* und *Corylus* neben *Alnus, Picea* und *Pinus.* Dieses Spektrum kann mit dem oberen Ende der EMW-Zeit von Lüttig & Rein (1954) verglichen werden. Leider waren weitere Proben von diesem Bohrprofil nicht vorhanden. Folglich kann eine vollständige Reihe der ganzen floristischen Entwicklung nicht dargestellt werden.

Die Ergebnisse der Großrest-Untersuchungen sind auch in einer Tabelle (Tab. 2) zusammengefaßt. Es handelt sich meist um *Abies*-Samen. Die Artbestimmung ist bei *Abies* sehr schwierig, da die Samen zwar durchaus von *Abies alba* stammen können, aber auch von anderen heute noch lebenden oder ausgestorbenen Arten, z. B. *A. nordmanniana* oder *A. pinsapo.* Ein sehr interessantes Ergebnis der Pollenanalysen dieses Materials ist, daß in beinahe allen Proben hohe Prozentwerte von Nadelbaumpollen, besonders von *Abies* und *Picea* gefunden wurden. Aber in dem von Lüttig und Rein veröffentlichten Pollendiagramm erreicht *Abies* die höchsten Werte mit nur 5 %, während in den von mir gezählten, aus von Rein nicht untersuchten Schichten des Interglazials stammenden Proben mehrfach Anteile von über 20 %, einmal sogar 39,5 % gefunden worden sind. Dieser hohe Wert wird auch durch die Großrest-Untersuchung aus derselben Schicht gestützt. Von 39 gefundenen Großresten stammten 17 von *Abies.* Die hohen *Abies*-Pollenwerte im Kohleton stimmen mit der Zuordnung des Kohletons ins Cromer-Interglazial vorläufig schlecht überein. Bis jetzt ist über die Vegetationsentwicklung des Cromer-Interglazials nur wenig bekannt. Wir kennen nur wenige Pollendiagramme aus dieser Warmzeit, nämlich vom Cromer Forest Bed selbst (Thomson, zit. in Woldstedt 1950, Duigan in Woldstedt 1958, vgl. auch eine Arbeit über die Großreste von Cromer Forest Bed von Cl. & E. M. Reid 1915) und das Diagramm von Westerhoven in Holland (Zagwijn & Zonneveld 1956). Sogar in den oben angeführten Arbeiten über das Cromer Forest Bed sind noch keine ausführlichen Pollendiagramme veröffentlicht worden, und die Datierung der Westerhoven-Ablagerung ins Cromer-Interglazial ist nach Auffassung des Autors auch noch unsicher. Nirgends wurden an den genannten Stellen hohe Werte von *Abies*-Pollen oder Funde von Großresten der Tanne angegeben, während in den Pollendiagrammen vom Holstein-Interglazial hohe *Abies*-Pollenwerte gefunden wurden. Außerdem berichten v. d. Brelie & Rein (1952, S. 67): „Als ein wichtiges Charakterium für das Mindel/Riß-Interglazial ist der hohe Anteil der Tanne zu werten, während im letzten Interglazial die Tanne

Tabelle 1. Bilshausen. Kohleton I (Pollenanalysen zu Großrestfunden)

Probe Nr.	Fundstelle in der Grube (*s. S.* 800, 801)	*Betula*	*Pinus*	*Abies*	*Picea*	*Carpinus*	*Alnus*	EMW	*Ulmus*	*Tilia*	*Quercus*	*Corylus*	*Salix*	Gramineae	Cyperaceae	Rosaceae	Ericales	*Myriophl. (vert.)*	*Myriophl. (alt.)*	Ranunculaceae	Caryophyllaceae
13 b	AY = AJ	72,2	14,3	0,1	2,2	0,1	0,4							4,6	0,9	0,1	0,4	1,0		1,9	0,4
19	AI	5,4	11,9	17,8	51,2	3,8	4,1	4,1	0,3	0,2	3,6	0,5	0,2	0,3	0,2		0,5			0,2	
20 a	AI	2,0	10,7	12,5	54,0	3,3	10,7	5,3	0,8	0,2	4,3	0,7		0,5			0,1				
16	AI	3,0	8,0	17,9	49,6	3,6	11,2	4,1	0,5		3,6	1,1		0,5							
2 a	AK	5,6	11,9	28,8	28,6	10,6	5,9	5,3	0,7		4,6	2,5		0,2	0,2		0,2				
3	AK	3,1	8,2	13,5	31,5	13,0	15,6	11,7	3,3	0,2	8,2	2,0		0,5			0,8				
5	AK	2,5	9,0	20,7	44,3	6,6	9,3	6,3	1,5	0,2	4,6	1,0		0,3			0,1				
11	AK	4,3	6,4	20,1	34,4	9,7	14,3	6,5	0,2	0,2	6,1	2,8	0,2	0,2			0,6				
14 c	AK	4,9	7,0	24,3	22,8	14,3	12,1	11,3	3,3	0,3	7,7	1,6		0,5	0,3		0,3				
23	AK	0,7	7,2	23,8	34,0	13,9	7,4	9,4	2,3		7,1	2,1		0,5	0,3		0,3				
24 a	AK	3,0	10,2	20,1	34,9	6,8	12,0	10,2	1,2	0,3	8,7	1,6		0,3	0,2		0,5				
6	AT	15,7	16,9	3,4	47,6	1,0	8,0	4,9	1,5	0,3	3,1	0,7		0,8	0,3						
8	AT	2,8	6,1	18,1	25,5	21,7	7,6	13,8	6,7	0,5	6,6	3,1		0,5	0,2		0,5				
26	AT	3,0	5,6	39,5	8,8	20,4	6,1	11,7	2,7		9,0	2,5		0,3							
29	AT	16,0	32,8	1,1	38,9	0,6	5,1	1,1	0,3	0,2	0,6	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2					
25	Cromer-Ton	10,3	60,1		25,3		1,8	0,3	0,3			0,2		0,3	0,2					1,0	
18	Treibholzsch.	1,5	7,3	31,3	9,8	24,7	9,3	12,3	4,1		8,1	3,3					0,3				
2	Bohrung 2,5—2,7 m	27,6	23,9	1,4	30,3	0,5	10,4	1,3	0,8		0,5	0,2	0,2	2,5	0,5	0,1	0,3		0,2		0,2
9	Bohrung 9,0—9,2 m	7,9	23,6		16,7		27,5	16,3	8,2	5,7	2,4	4,7	0,3	1,3	0,2	0,5	0,2			0,2	0,2

Fortsetzung Tabelle 1

Probe Nr.	Fundstelle in der Grube (s. S. 800, 801)	Papilionaceae	*Polygonum bist.*	*Thalictrum*	*Epilobium*	Comp. (tub.)	Comp. (lig.)	*Valeriana* sp.	Umbelliferae	*Polemonium (coeruleum)*	Chenopodiaceae	*Sang. off.*	*Potamogeton* sp.	Cruciferae	*Artemisia* sp.	*Bupleurum*	*Typha*	BP %	Gesamt-BP	Gesamt-BP + NBP
13 b	AY = AJ	0,1	0,1	0,5	0,1		0,1	0,1	0,1	0,1								89,3	600	672
19	AI										0,1							99,0	600	606
20 a	AI																	99,2	600	606
16	AI								0,2						0,2	0,2	0,3	98,5	600	609
2 a	AK			0,2					0,2									99,2	600	605
3	AK								0,2									98,6	600	609
5	AK																	99,7	600	603
11	AK			0,2					0,2								0,2	98,7	600	608
14 c	AK														0,2		0,3	98,3	600	610
23	AK											0,2	0,2					98,5	600	609
24 a	AK			0,2														98,8	600	607
6	AT					0,2			0,2					0,2			0,2	98,2	600	611
8	AT													0,2				98,7	600	608
26	AT			0,1														99,6	600	603
29	AT					0,2	0,2							0,2	0,2		0,5	96,0	600	624
25	Cromer-Ton					0,2									0,2		0,2	98,0	600	612
18	Treibholzsch.																0,2	99,4	600	603
2	Bohrung 2,5—2,7 m					0,2			0,2		0,1							95,8	600	627
9	Bohrung 9,0—9,2 m					0,2			0,3									97,0	600	618

Tabelle 2. Großrest-Bestimmung von Bilshausen (Kohleton I)
(von Dr. Lüttig gesandte Proben)

Probe Nr.	Bestimmung	Pollenanalyse
1 (AI)	*Acer* sp. (Früchte)	Kein Material
2 a (AK)	cf. *Carpinus* sp. (Blatt)	*Carpinus* 10,6 %
3 (AK)	cf. *Picea* sp. (Samen)	*Picea* 31,5 %
4 (AI)	*Abies* sp. (Samen)	Kein Material
5 (AK)	*Abies* sp. (Samen)	*Abies* 20,7 %
6 (AT)	*Picea* cf. *abies* (Samen)	*Picea* 47,6 %
7 (AK)	*Acer* sp. (Früchte)	Kein Material
8 (AT)	cf. *Ulmus* (Blatt)	*Ulmus* 6,7 %
9 (AT)	*Abies* cf. *alba* (Samen)	Kein Material
10 (AI)	*Picea* cf. *abies* (Samen)	Kein Material
11 (AK)	Coniferae (Samen)	*Pinus* 6,4 %, *Ab.* 20,1 %
	(cf. *Pinus*)	*Picea* 34,4 %
12 (AK)	*Abies* sp. (Samen)	Kein Material
13 (AY = AJ)	a) *Potamogeton acutifol.*	
	b) *Potamogeton acutifol.* (Steinkern)	Kein Material
14 (AK)	a) *Abies* sp. (Samen)	Kein Material
	b) *Abies* sp. (Samen)	Kein Material
	c) *Abies* sp. (Samen)	*Abies* 24,3 %
	d) cf. *Abies* sp. (Samen)	Kein Material
	e) cf. *Abies* sp. (Samen)	Kein Material
15 (AK)	cf. *Acer* sp. (Samen)	Kein Material
16 (AI)	*Abies* sp. (Fruchtschuppe)	*Abies* 17,9 %
17 (Treibholz-schicht)		
18 (Treibholz-schicht)	*Abies* sp. (Samen)	*Abies* 31,3 %
20 (AI)	a) *Pinus* cf. *silvestris* (Samen)	*Pinus* 10,7 %
	b) *Picea* cf. *abies* (Samen)	Kein Material
21 (AK)	*Abies* sp. (Samen)	Kein Material
22 (AK)	a) *Abies* sp. (Samen)	Kein Material
	b) cf. *Abies* (Fruchtschuppe)	Kein Material
	c) *Abies* sp. (Samen)	Kein Material
23 (AK)	*Picea* sp. (Samen)	*Picea* 34,0 %
24 (AK)	a) *Abies* sp. (Fruchtschuppe u. Samen)	*Abies* 20,1 %
	b) *Abies* sp. (Fruchtschuppe)	Kein Material
25 (Cromerton)	*Picea* cf. *abies* (Samen)	*Picea* 25,3 %
26 (AT)	cf. *Carpinus* (Blatt)	*Carpinus* 22,4 %
27 (AT)	*Carpinus* cf. *betulus* (Nuß)	Kein Material
28 (AT)	*Picea* cf. *abies* (Nadel)	Kein Material
29 (AT)	*Populus tremula* (Blatt)	Kein Material
30 (AI)	*Picea* sp. (Samen)	Kein Material
2 (Bohr)	*Rumex maritimus*	—
9 (Bohr)	*Najas marina*	—
Sammlung 1959	*Betula pendula*	—

im benachbarten nordwestdeutschen Flachland und in Holland selten mehr als 10 % erreicht." Diese Feststellung wird heute durch eine größere Zahl von Interglazialfloren belegt. Außerdem wurden in den von mir untersuchten, allerdings meist nur aus dem oberen Teil des Profils stammenden Großrestproben des Kohletons weder Pollen vom *Pinus haploxylon*-Typ, *Tsuga*, *Castanea* (?), *Taxodium*, wie von Lüttig und Rein beschrieben, noch sonstige Tertiärelemente wie *Sciadopitys*, *Sequoia*, *Taxodium*, *Nyssa*, *Liquidambar*, *Carya* oder *Pterocarya* gefunden.

Was schließlich die Anwesenheit von Blättern und Pollen von *Fagus silvatica* anbelangt, kam Verf. zu folgendem Ergebnis: Ein Blatt (leider ohne Rand, s. Lüttig & Rein 1954, S. 164 unten) als *Fagus silvatica* angesprochen, wurde näher untersucht. Zum Vergleich mit dem fossilen Blatt, dessen erhaltene Mittelrippe 4,5 cm lang ist, zählte ich die Nervenzahl von 50 *Fagus silvatica*-Blättern verschiedener Herkunft aus dem Herbarium des Göttinger Systematisch-Geobotanischen Instituts. Dieses Material stammte aus dem ganzen Areal von *Fagus silvatica* und dürfte daher für *Fagus silvatica* repräsentativ sein. In diesem rezenten Material zweigen auf eine Entfernung von 4,5 cm im Mittel 5,56 Nerven auf jeder Seite von der Mittelrippe ab. Die Streuung beträgt $\sigma = \pm 0{,}7$. Als statistische Sicherung der Blattnervenzahl durch t-Test (Hosemann 1949, Tab. 18, S. 74) ergibt sich $t = 6{,}3$. Das fossile Blatt hat auf einer Seite 10 Seitennerven auf 4,5 cm. Die Wahrscheinlichkeit für seine Zugehörigkeit zu *Fagus silvatica* beträgt demnach $< 0{,}27$ %. Dieses Ergebnis wird noch dadurch gestützt, daß überhaupt kein *Fagus silvatica*-Blatt im Göttinger Herbarium eine mit dem fossilen Blatt vergleichbare Nervendichte besitzt. Auch die anderen *Fagus*-Arten weisen in ihrer Blattnervendichte keine Ähnlichkeit mit dem fossilen Blatt auf. Es ist sehr schwierig, ein fossiles Blatt genau zu bestimmen, besonders, wenn der Blattrand zerstört ist. Nach der Zahl und Anordnung der Nerven und der Größe des ganzen Blattes dürfte es der Gattung *Carpinus* angehören, etwa *Carpinus betulus*. In bezug auf die Blattnerven betonen Laurent & Marty (1923) im Hinblick auf die Blattreste von Reuver und Tegelen, daß es bei *Fagus silvatica* vom Oberpliozän bis heute fast keine Veränderung in Form und Nervendichte gegeben hat.

Ein Stück Ton von dieser Probe wurde pollenanalytisch untersucht und auf 3000 BP ausgezählt, aber kein einziger *Fagus*-Pollen wurde beobachtet, sondern es wurden nur hohe Werte von *Abies* (39,5 %) und *Carpinus* (22,5 %) festgestellt. Die hohen *Carpinus*-Werte stützen die Ansicht, daß das fragliche Blatt zu dieser Gattung gehören dürfte. In allen diesen, zum obersten Teil des Profils gehörenden Schichten (AJ, AK, AI, AT) dominieren in dem Pollenspektrum Koniferenpollen, gefolgt von *Carpinus*, *Alnus* und *Betula*. Das bedeutet wohl, daß die untersuchten Großreste bereits einer späteren, kühleren Periode gegen Ende des Interglazials angehören, etwa der Fichten—Tannen-Zeit, die U. Rein bereits ausgeschieden hat, obwohl in seinen Proben der *Abies*-Anteil nur wenige Prozent ausmacht. Wenn man alle Gründe betrachtet, auf Grund welcher Lüttig und Rein die Ablagerungen in das Cromer-Interglazial stellen (spärliches Vorkommen der oben genannten oberpliozänen Elemente, Fund eines „*Fagus*"-Blattes und Pollen von *Fagus*, geringe Prozentwerte von *Abies* etc.), tauchen wenigstens vom botanischen Standpunkt Bedenken gegen die Richtigkeit dieser Datierung auf. Sie sollen aber vorerst zurückgestellt werden, bis besseres Vergleichsmaterial von anderen Fundstellen vorliegt, zumal dem Autor praktisch nur die obersten Meter einer mindestens 30 m mächtigen Schichtenfolge zur Untersuchung vorlagen.

3.4. Kohleton II

3.4.1. Beschreibung des Profils

Wegen eines außerordentlich trockenen Sommers im Jahre 1959 wurde ein Teil des Kohletons, der seit langem unter Wasser stand, wieder aufgeschlossen. Im Oktober 1959 wurde ungefähr in der Mitte der Grube, nordöstlich des Sumpfes in dessen Nähe, ein Profil von 2 m gesammelt (12 in Abb. 2). Im Hinblick auf die Schwierigkeiten, in

diesem versumpften Teil der Grube in Jahren mit normalen Niederschlägen Material aus dem Kohleton zu gewinnen, wurde ein Pollendiagramm hergestellt (Taf. 53, Fig. b). Das für die Pollenanalyse nicht mehr benötigte Material wurde wie üblich mit 15%iger Salpetersäure behandelt; nennenswerte Großreste wurden jedoch nicht gefunden. Das untere Ende dieses Profils hört bei einer 2. Abbausohle auf, deshalb wurden unterhalb 200 cm keine Proben entnommen.

Profil (vgl. Taf. 53, Fig. b)

	135 cm	1. Abbausohle
B.	135 bis 0 cm	roter Ton (pollenfrei)
	0 cm	obere Kante der dunkelblauen Ton-Gyttja („Kohleton")
A.	0 bis 200 cm	dunkelblaue Ton-Gyttja („Kohleton"), überall fein horizontal geschichtet
	200 cm	2. Abbausohle.

3.4.2. Vegetationsentwicklung

Das Profil (Taf. 53, Fig. b) umfaßt die obersten 2 m des Kohletons. Es erwies sich als sehr pollenreich. Im folgenden wird eine nähere Beschreibung der Waldentwicklung der oberen Perioden dieses Interglazials gegeben, sie läßt sich in mehrere Abschnitte aufteilen.

(1 a) *Carpinus—Abies*-Zeit

Diese Zone stellt das Ende einer Hainbuchenzeit dar. Sie ist charakterisiert durch die Dominanz von *Carpinus*, deren Kurve mit einem Wert von 38,1 % einsetzt. Daneben tritt die *Abies*-Kurve hervor. Die übrigen Kurven liegen niedrig.

(1 b) *Abies—Carpinus*-Zeit

Ein anscheinend kurzer Abschnitt, während dessen Ablauf die *Carpinus*-Kurve sinkt und die *Abies*-Kurve bis zu einem Maximum von 43 % ansteigt. *Picea* beginnt sich stärker auszubreiten, *Pinus* erreicht zunächst ihre geringsten Werte und steigt dann langsam etwas an. Die EMW-Kurve, vorwiegend von *Quercus* und *Ulmus* gebildet, zeigt in 1 a und b einen langsamen Abfall, die *Corylus*- und *Alnus*-Kurven verlaufen mehr oder weniger gleichmäßig.

Die Vegetationsverhältnisse in den Zonen 1 a und b zeigen, daß die günstigen Klimaverhältnisse der Interglazialperiode bis in die Zeit dieser Zonen reichten. Wir können vermuten, daß die Sommer noch warm genug waren, um anspruchsvollere Laubhölzer, die Winter jedoch bereits kalt genug, um die Koniferen auf Kosten der Laubbäume zu begünstigen (vgl. Jessen & Milthers 1928).

(2) *Picea*-Zeit

Ein ebenfalls relativ kurzer Abschnitt, in dem an Stelle des *Abies*-Gipfels ein *Picea*-Gipfel von 50 % tritt. Die *Abies*- und *Carpinus*-Kurven sinken stark, *Pinus* breitet sich immer mehr aus. Die *Betula*-Kurve folgt mehr oder weniger der Koniferen-Kurve und erreicht ihr Maximum von 33,3 % bei 110 cm. Die *Alnus*-Kurve hält durchweg ihren Wert von 10 bis 15 %. Der EMW-Wert fällt weiter ab.

(3) *Pinus—Picea-(Betula-)*Zeit

Diese Zone unterscheidet sich von der vorhergehenden dadurch, daß hier *Pinus* mit einem Maximum von 66,2 % dominiert. Der zweitwichtigste Bestandteil ist *Picea*, obwohl ihr Wert im Vergleich zur vorigen Zone gesunken ist. Die *Betula*-Kurve steigt zunächst ein wenig an und fällt gegen Ende der Zone wieder ab. Im oberen Abschnitt dieser Periode sind *Tilia*, *Quercus* und *Ulmus* sowie *Carpinus* und *Abies* zwar schon fast verschwunden, *Alnus* aber noch vorhanden, wenn ihre Kurve auch weiterhin allmählich sinkt. *Abies* verschwindet in der Mitte der Zone fast ganz, erscheint aber in den letzten drei Proben noch einmal.

In der starken Zunahme der *Pinus*- und *Picea*-Werte am Abschluß dieser interglazialen Ablagerung macht sich das neuerliche Herannahen einer Kaltzeit eindringlich bemerkbar. Die NBP-Werte spielen in dem untersuchten Profil besonders in 1 a und b sowie zu Beginn von Zone 2 eine für eine geschlossene Waldbedeckung bezeichnende geringe Rolle, nur in der obersten Probe steigen sie kräftig an.

3.4.3. Folgerung

Es wurde schon erwähnt, daß der „Kohleton" von Bilshausen nach einem Pollendiagramm von Lüttig & Rein (1954) in das altpleistozäne Cromer-Interglazial gestellt wird, dessen vegetationsgeschichtlicher Ablauf demnach hier eine merkwürdige Ähnlichkeit mit dem des Eem-Interglazials besitzt. Das Pollendiagramm des Kohletons unterscheidet sich von solchen des letzten Interglazials in Mitteleuropa nur durch einige spärliche Pollenfunde von *Fagus* (der Fund eines *Fagus*-Blattes hat sich nicht bestätigt, die Frage des *Fagus*-Pollens wurde schon auf S. 805 erörtert), spärliche weitere Pollenfunde von *Pinus* vom *haploxylon*-Typ, von *Tsuga*, *Taxodium* und Cupressineae, wobei es sich, wie Rein auch selbst betont, um Pollen höheren Alters auf sekundärer Lagerstätte handeln kann (Chanda 1960). Hier ist zu bemerken, daß die berühmte Pliozänablagerung von Willershausen, über deren Flora Straus (1930, 1953), Thiergart (1954), Thomson (in Straus 1953) u. a. gearbeitet haben, nicht sehr weit von Bilshausen entfernt liegt.

Das hier mitgeteilte Pollendiagramm zeigt offensichtlich nur die Vegetationsentwicklung des oberen Abschnittes der ganzen Interglazialperiode, diese jedoch sehr klar.

Die Pollendiagramme des Eem-Interglazials zeigen zumindest in den mitteleuropäischen Flachlandgebieten einen niedrigen Wert von *Abies* und einen *Corylus*-Gipfel während der EMW-Zeit (welcher Teil in dem von mir aufgestellten Diagramm leider fehlt); Ausnahme ist die Ablagerung von Wallensen (Rabien 1953), wo *Abies* sogar einmal 51 % erreicht; hier gelten hohe Werte von *Abies* als ein Merkmal des vorletzten (Holstein-)Interglazials (v. d. Brelie & Rein 1952). Schon Woldstedt (1949) weist, während er die Ähnlichkeit der Klima- und Vegetationsentwicklung des letzten (Riß/Würm) und vorletzten (Mindel/Riß) Interglazials hervorhebt, mit Nachdruck auch auf einige Unterschiede hin. Besonders das vorletzte Interglazial war nach Woldstedt (1949) durch die hervortretende Rolle charakterisiert, die in der Waldzusammensetzung durchweg die Koniferen, vor allem *Picea* und *Abies*, spielten. v. d. Vlerk & Florschütz (1953, S. 14) berichten folgendes: "Needian-pollen-diagrams are distinguishable from Eemiandiagrams by the fact that the former show a certain monotony consisting in the dominance of the *Alnus* or *Pinus* in most of the spectra." Das trifft für das Diagramm von Bantega in Friesland (Brouwer 1949) und für das von Neede selbst zu (v. d. Vlerk & Florschütz 1953). Über den allgemeinen Charakter des vorletzten (Holstein- = Neede-)Interglazials schreiben U. Rein (1955) und v. d. Brelie (1955; Tab. 1, S. 24/25):

„Bisher nur unvollständige Entwicklung bekannt: in allen Diagrammen durchgehend starke Vorherrschaft von Kiefer, Fichte und Tanne! EMW unter 10 %, Erlen häufig, Hasel wenig."

Das Pollendiagramm des Cromer Forest Bed (Thomson in Woldstedt 1951) zeigt das Vorhandensein eines Waldes von sommergrünen Laubbäumen, dem eine Flora unter kälteren Bedingungen voranging. Von *Abies* wurden weder Pollenkörner noch Großreste gefunden: Da *Abies* in Bilshausen so vorherrschend ist, wird die Einordnung dieser Fundstelle ins Cromer-Interglazial fraglich. Man kann jedoch auch nicht mit Sicherheit sagen, daß die große *Abies*-Häufigkeit für das Holstein-Interglazial allgemein charakteristisch sei, da erst wenige Fundstellen pollenanalytisch untersucht worden sind.

Auf der anderen Seite stimmt der Gang der Waldentwicklung des Kohletons vorzüglich mit den von Stark, Firbas & Overbeck (1932) für die obere Hälfte des letzten Interglazials in Rinnersdorf in der östlichen Mark Brandenburg (sogar hinsichtlich der *Abies*-Maxima: 42 % in Rinnersdorf und 43 % in Bilshausen) sowie den von Jessen & Milthers (1928), z. T. schon von C. A. Weber (1894, 1896) in Jütland und Nordwestdeutschland festgestellten Verhältnissen überein.

Mein Diagramm hat (abgesehen von *Abies*) Ähnlichkeit mit anderen Diagrammen des Eem-Interglazials, unter anderen z. B. mit Lehringen (Rein 1938), Gr. Hehlen (Selle 1941, zit. in v. d. Brelie 1955), Honerdingen (Selle in Woldstedt, Rein & Selle 1952), Wallensen (Rabien 1953), Asten/Holland, "Het Gevlocht" (v. d. Vlerk & Florschütz 1953), usw.

Die Abschnitte der Waldentwicklung in meinem Diagramm können mit denen in den Diagrammen von Jessen & Milthers (1928), Selle (in v. d. Brelie 1955) und Stark, Firbas & Overbeck (1932) folgendermaßen verglichen werden (= Tab. 3):

Tabelle 3. Gegenüberstellung der Abschnitte der Waldentwicklung

Bilshausen — Kohleton II, Chanda	Rinnersdorf, Stark, Firbas & Overbeck (1932)	Honerdingen, Selle (1952)	Jessen & Milthers (1928)
3 *Pinus—Picea—(Betula-)*Zeit	7 jüngere Kiefern-Zeit	X Kiefern-Zeit	i *Pinus*-Zone
2 *Picea*-Zeit	6 Fichten-Zeit	IX Fichten—Kiefern—Tannen-Zeit	h *Picea*-Zone
		VIII Fichten-Zeit	
1 b *Abies—Carpinus*-Zeit	5 Tannen-Zeit	VII b Hainbuchen—Fichten-Zeit	g *Carpinus*-Zone
1 a *Carpinus—Abies*-Zeit	4 Hainbuchen-Zeit	VII a Hainbuchen-Zeit	

Wenn man alle in Tabelle 3 ausgeführten Punkte betrachtet, könnte man, allein auf die botanischen Feststellungen gestützt, annehmen, daß der Kohleton (Bilshausen) trotz der hohen *Abies*-Werte, da sich diese auch in eem-interglazialen Ablagerungen von Wallensen (Rabien 1953) und von Rinnersdorf finden (vgl. Stark, Firbas & Overbeck 1932), während dieses Interglazials abgelagert worden ist. Es besteht eine geringe Möglichkeit, die Ablagerung ins Holstein-Interglazial zu stellen. Die Datierung ins Cromer-Interglazial, die sich auf geologische und paläozoologische Feststellungen stützt, erscheint nach den botanischen Befunden fraglich. Eine Datierung als Eem oder Holstein-Interglazial würde wiederum den geologischen und paläozoologischen Befunden stark widersprechen.

4. Northeim

4.1. Das Untersuchungsgebiet

Am Rande der Stadt Northeim sind in den Gruben des Kerlschen Ziegeleibetriebes dunkle und hellere fossilführende quartäre Tone in mehreren Metern Mächtigkeit aufgeschlossen. Die älteste pollenanalytische Mitteilung über diese Ablagerungen stammt von Heck (1928 b). Er hielt den Ton für interglazial. In einer noch älteren, geomorphologischen Arbeit stellt v. Koenen (1895) dieses Vorkommen ins Pliozän. Neben stratigraphischen Beobachtungen stellte Heck auch paläofloristische Untersuchungen dieser Ablagerung an. Seit 1928 ist hier nicht wieder gearbeitet worden. Heute ist die Arbeit von Heck sehr überholt. Als daher Anfang 1959 Dr. Lüttig mitteilte, daß die Kerlsche Ziegeleigrube in Northeim zur Zeit einen guten Aufschluß von tonigen Ablagerungen aus dem Northeimer Interglazial zeige, wurde ein Profil entnommen, um noch einmal Pollenanalysen und Großrest-Untersuchungen durchzuführen.

Northeim liegt nördlich von Göttingen im Leinetal, 137 m ü. d. M. In diesem Gebiet wurden folgende Niederschläge gemessen: Die Jahresmittel liegen zwischen 600 und 700 mm, mit einem Minimum im März und einem Maximum im Juli, die Wintermittel (Okt.—März) zwischen 250 und 300 mm, die Sommermittel (April—Sept.) zwischen 370,5 und 400 mm. Das höchste Monatsmittel der Temperatur liegt im Juli über 17° C, der kälteste Monat ist der Januar mit einem Mittel von 0° bis —1° C (entnommen dem Atlas Niedersachsen, Hrsg. K. Brünning, und der Klimakunde des Deutschen Reiches, Bd. II). Im Untersuchungsgebiet wird als natürliche Vegetation der typische Eichen-Hainbuchenwald angesehen (Atlas Niedersachsen, 1. und 2. Aufl.: Die natürliche Pflanzendecke, bearbeitet von R. Tüxen bzw. K. Hueck).

4.2. Stratigraphie

Die stratigraphische Beschreibung, wie sie Heck (1928 a u. b) und Lüttig (1960) geben, zeigt, daß der interglaziale dunkelblaue Ton von zweierlei Fließerden überlagert wird und selbst zunächst einen verschwemmten oder zerflossenen Löß, darunter rotbraunen, sandigen Ton, überlagert. Die ältere Fließerde ist mittelbraun gefärbt und enthält zahlreiche große Keuper—Sandstein-Brocken und teilweise auch Toneisensteingerölle aus dem Lias und Dogger. Die zweite, jüngere Fließerde ist von feinkörniger Beschaffenheit und entstammt materialmäßig nur dem Lias und Dogger und vor allem auch dem Posidonienschiefer. Unter dem rotbraunen, sandigen Ton kommt nochmals ein lößähnliches Sediment, und zwar ein gelbbrauner, sandiger Schwemmlöß, vor.

Es wird auch darauf aufmerksam gemacht (Lüttig 1954 a u. b), daß die Gegend von Northeim ein Gebiet pleistozäner tektonischer Bewegungen ist. Von diesen Störungen wurde auch der Holstein-Interglazial-Ton von Northeim betroffen. Der rotbraune, sandige Ton sowie der Schwemmlöß wurden als wahrscheinlich zur Elster-Eiszeit gehörig beschrieben. Wenn diese Datierung stimmt, dann gehört die pollenführende, dunkelblaue Tonschicht in das Holstein-Interglazial. Diese Ansicht ist mit dem Pollendiagramm (Taf. 54, Fig. a) durchaus vereinbar. Doch könnte es sich nach diesem allein auch um ein anderes Interglazial handeln.

4.2.1. Profilbeschreibung

Das Interglazialvorkommen war an einer Baggerschräge im Südteil der Grube an einem alten Stoß nördlich dieser Schräge (Profil Northeim) aufgeschlossen. Es wurde eine Probenserie für die pollenanalytische und die Großrest-Untersuchung entnommen.

	111 cm	kantige Oberfläche, darunter aufgeschüttete Böden
46 bis	111 cm	graubrauner, kantig brechender Wurzelboden
16 bis	46 cm	rotbraune Schicht, wohl Gley ? } kulturbeeinflußt
9 bis	16 cm	violettgrauer Ton } kulturbeeinflußt
0 bis	9 cm	gelbliches Band, sandig } kulturbeeinflußt
	0 cm	scharfe Oberkante der alten Oberfläche (vor menschlichen Eingriffen)
0 bis	15 cm	dunkel-schokoladenbrauner Ton
15 bis	90 cm	dichter, graublauer Ton mit braunen Eisen-Ausfällungen
90 bis	160 cm	olivgrauer, sehr sandiger Lehm
160 bis	200 cm	wie vor, aber mit kleinen Steinen
200 bis	225 cm	Geröllage, zwischen den Geröllen toniger Sand
225 bis	249 cm	sandige Zwischenschicht
249 bis	267 cm	gröberes Geröll
267 bis	372 cm	feinsandiger, olivgrauer Ton, nach Angabe des Besitzers noch etwa 155 cm unter Wasser reichend
	372 cm	Wasserspiegel

Von 90 cm bis 372 cm wurden in den Ablagerungen weder Pollen noch Großreste gefunden.

4.3. Vegetationsentwicklung
(vgl. Taf. 54, Fig. a)

Das Pollendiagramm zeigt einen Teil einer Interglazialperiode, in der sowohl Koniferen als auch sommergrüne Laubhölzer vorherrschen: Es ist sehr gleichmäßig, weshalb keine Zoneneinteilung vorgenommen wurde. Die BP- und NBP-Werte zeigen nur geringe Schwankungen, nur die Pollenanteile von *Picea* schwanken etwas mehr und erreichen bei 50 cm einen Gipfel von 33,7 % der Gesamtpollensumme. Der EMW hat eine durchgehend gleichmäßige Kurve, die zwischen 10—20 % schwankt. Neben *Tilia* herrscht *Ulmus* vor und erreicht einmal (bei 10 cm) einen Maximalwert von 10,1 %, die *Quercus*-Kurve verläuft gleichmäßig niedrig. *Abies* und *Carpinus* sind nur mit sehr geringen Werten vertreten und nicht in jeder Probe verzeichnet. *Corylus* kommt immer vor, ihre Werte sind aber niedriger als 1 %. Eine sehr gleichmäßige Kurve besitzen auch *Alnus*, *Pinus* und *Betula*.

Unter den NBP haben die Gramineen die größte Häufigkeit, es folgen Cyperaceen und Umbelliferen. Ein Pollenkorn vom *Polemonium coeruleum*-Typ, einer an sich spätglazialen Pflanze, die aber auch aus einigen postglazialen Ablagerungen angeführt wird (Godwin 1956), wurde in 50 cm Tiefe gefunden. Der Fund kann auf einer sekundären Umlagerung beruhen. An Wasserpflanzen wurden *Potamogeton* und *Typha* häufig gefunden, manchmal auch *Sparganium*.

Im allgemeinen fehlten Großreste; bei 10 cm wurden mehrere Glochidien von *Azolla filiculoides* gefunden.

4.4. Folgerung

Das Diagramm Heck's zeigt die Anwesenheit von Bäumen, die Bestandteile eines geschlossenen Waldes sein können, in dessen Pollendiagramm der *Betula*-Pollen dominiert (in zwei Spektren sogar bis 100 %), an zweiter Stelle Koniferen- und EMW-Pollen stehen. Hinzu kommen auch Angaben von *Taxus baccata, Fagus silvatica, Castanea sativa;* man muß freilich fragen, ob die Bestimmungen richtig sind. Er beschließt seine Arbeit, indem er diese Ablagerung mit der von Eichenberg parallelisiert und der „vorletzten Interglazialperiode" zuweist. Unter „vorletztem Interglazial" verstand Heck das, was heute als „Holstein-Interglazial" bezeichnet wird.

Aber in den Proben, die ich entnommen habe, war leider die Pollenerhaltung nicht befriedigend, denn außer von 0 bis 85 cm enthielt das übrige Profil so wenig Blütenstaub, daß eine statistische Auswertung nicht möglich war. Zuerst wurde angenommen, daß die Erhaltung schlecht sei, weil das Profil lange Zeit der freien Luft ausgesetzt war, die Proben vielleicht nicht tief genug von der verwitternden Oberfläche entfernt entnommen worden waren und die organische Substanz durch Oxydation zersetzt sein konnte. Aber einige Wochen später wurde ein frisch abgebaggertes Profil ungefähr 7 m westlich vom ersten Profil gesammelt. Dieses Profil enthielt dunkelblauschwarzen Ton (ähnlich dem „Kohleton" von Bilshausen) und war ungefähr 150 bis 250 cm tiefer als die Stichwand bei der vorherigen Profilentnahme freigelegt worden. Es war also erst einige Wochen „alt". Aber auch jetzt zeigten diejenigen Schichten, die im ersten Profil fast pollenfrei waren, eine gleich schlechte Pollenerhaltung.

Es ist schon erwähnt worden, daß die Northeimer Ablagerung von Geologen zunächst ins Pliozän gestellt, später aber von Heck (1928 b) nach dem Pollengehalt als interglazial angesehen wurde, womit meine Ergebnisse übereinstimmen. Beide Untersuchungen ergaben nur Pollen der auch heute noch in den mitteleuropäischen Wäldern vorhandenen Arten bzw. Gattungen ohne *Fagus*. Die Zuweisung des Pollendiagramms in das Holstein-Interglazial (Mindel/Riß) wird durch mehrere Glochidien des Wasserfarns *Azolla filiculoides* belegt, nach Florschütz (in v. d. Vlerk & Florschütz 1953) und Zagwijn (1957) ein Leitfossil der vorletzten Warmzeit, zumindest gegenüber der letzten (vgl. Chanda 1960). Es ist zu beachten, daß in der Heckschen Arbeit die für eine Interglazialperiode wesentlichen Baumpollentypen *Pinus, Abies, Ulmus* und *Carpinus* vollständig fehlen, in dem neuen Material jedoch vorhanden sind.

Die folgenden Merkmale gelten als charakteristisch für das Holstein-Interglazial, wenigstens im Gegensatz zur Eem-Warmzeit: das starke Überwiegen der Nadelbäume (Kiefer, Fichte und Tanne) fast im ganzen Profil, besonders von *Abies* im oberen Teil; eine viel weniger scharfe Gliederung in durch einzelne Bäume charakterisierte Abschnitte der Waldentwicklung, die häufige Beteiligung von *Alnus* und die geringe von *Corylus* (Florschütz in v. d. Vlerk & Florschütz 1953, Woldstedt 1954, Rein 1955, v. d. Brelie 1955). Die meisten dieser Punkte stützen die Datierung des Northeimer

Diagramms in das Holstein-Interglazial. Allerdings sind die *Alnus*-Anteile in Northeim nicht besonders hoch und jene von *Abies* sehr gering, auch mag die größere Häufigkeit von *Alnus* in den letzten beiden Proben einen starken Anstieg dieser Kurve einleiten.

5. Eichenberg

5.1. Das Untersuchungsgebiet

Nordöstlich des Bahnhofs Eichenberg liegen im Winkel zwischen den nach Göttingen und Leinefelde führenden Bahnlinien mehrere kleinere Tongruben, die zur Jungschen Ziegelei gehören. Da die Gruben schon lange nicht mehr ausgebeutet werden, verfallen sie. Aus solch einer Tongrube nördlich des Weges nach Hottenrode wurden zur pollenanalytischen und Großrest-Untersuchung Proben gesammelt.

Der älteste Bericht über die Eichenberger Ablagerungen stammt von Beyschlag (1886). Er ist der Meinung, die Ablagerungen haben jungtertiären Charakter, die Tone erreichten in dem Winkel ca. 8 Fuß Mächtigkeit und seien von einem geschiebeführenden Lehm oder von einer Decke weißer Kieselgerölle überlagert. Weiterhin sollen die Ablagerungen eine sehr große Ähnlichkeit mit den als jungtertiär gedeuteten Vorkommen in der Werra-Niederung bei Gerstungen und den gleichartigen Ablagerungen des Fuldatales bei Breitenbach unfern Rotenburg u. A. besitzen. Heck (1928 a u. b) hat versucht, die Ablagerungen pollenanalytisch zu datieren. Nach seinen Untersuchungen kam er zu dem Ergebnis: „Ihrer gemäßigten Flora und der geologischen Position entsprechend, gehören die Tone und Torfe in das vorletzte (sog. I.) Interglazial", d. h. das damalige Elster/Saale = Holstein-Interglazial. Seit 1928 ist über diese Ablagerungen nicht mehr gearbeitet worden.

Einige Proben lagen bereits lange Zeit im Systematisch-Geobotanischen Institut in Göttingen vor. Ich kochte einige Proben des vorhandenen Materials, und als ich tertiäre Pollentypen (z. B. *Fagus, Carya, Pterocarya)* fand, unternahm ich die Bearbeitung dieses Problems. *Fagus*-Pollen wurden in Eichenberg schon von Heck erwähnt, während die tertiären Pollen damals wohl als unbestimmbare „Varia" übersehen worden sind (Chanda 1960). Später teilte Dr. Lüttig, Hannover, freundlicherweise mit, daß Frau Dr. I. Rabien, Mainz, und Dr. H. Müller, Hannover, ebenfalls *Fagus* in Eichenberg festgestellt hätten.

Die Tongrube Eichenberg liegt südlich von Göttingen in der kniefömigen Wende der Leine bei Eichenberg—Niedergandern in 200 m Höhe ü. d. M. Über das heutige Klima und die Vegetationsverhältnisse liegen folgende Angaben vor: Die mittleren Temperaturen und Niederschläge sind in der Klimakunde nur von dem etwa 6 km südöstlich und 60 m tiefer gelegenen Witzenhausen aufgeführt. Hier betragen sie im Januar 0,5° C, im Juli 16,9° C, im Jahresmittel 8,6° C. Die jährlichen Niederschläge liegen um 606 mm mit einem Minimum im Februar und März (37 mm) und einem Maximum im Juli (76 mm) (Klimakunde des Deutschen Reiches, Bd. II). Der natürliche Wald ist in der Umgebung von Eichenberg Eichen-Hainbuchenwald (Atlas Niedersachsen: Kurt Brüning, Tüxen & Hueck, Die natürliche Pflanzendecke).

5.2. Stratigraphie

Heck (1928 a) gibt folgenden Bericht über den Zustand der Eichenberger Ablagerung:

„Die oberste Tonschicht ist kalkhaltig, zäh und in verwittertem Zustand gelblich bis grau. Die Ablagerung hat eine Mächtigkeit von 17 m. Sand tritt wenig auf und häuft sich nur in dem Ton eingeschalteten Torflagen etwas an. Außer dem Pflanzenmaterial wurden bisher keinerlei andere Fossilien gefunden. Mehrere Torfschichten durchziehen den Ton. Die Torflager sind im wesentlichen autochthoner Entstehung, wie Baumstümpfe und die dem Torf eingeschalteten, an einen Waldboden erinnernden, grauen Sandschichten erkennen lassen. Nach Osten zu legt sich Lößlehm bis zu 9 m Mächtigkeit auf."

Die von Heck beschriebene Schichtenfolge stimmt gut mit meinen Beobachtungen überein, wonach es sich um eine mindestens 11 m mächtige Ablagerung von blaugrauen bis schwarzen Tonen mit mehreren Torflagern handelt.

5.2.1. Profilbeschreibung

Da die Tongrube lange Zeit außer Betrieb stand, wurde ein Profil am Nordosthang in Stufen angelegt. Das pollenanalytische Ergebnis der so gewonnenen Teilprofile wird im Pollendiagramm (Taf. 54, Fig. b) dargestellt.

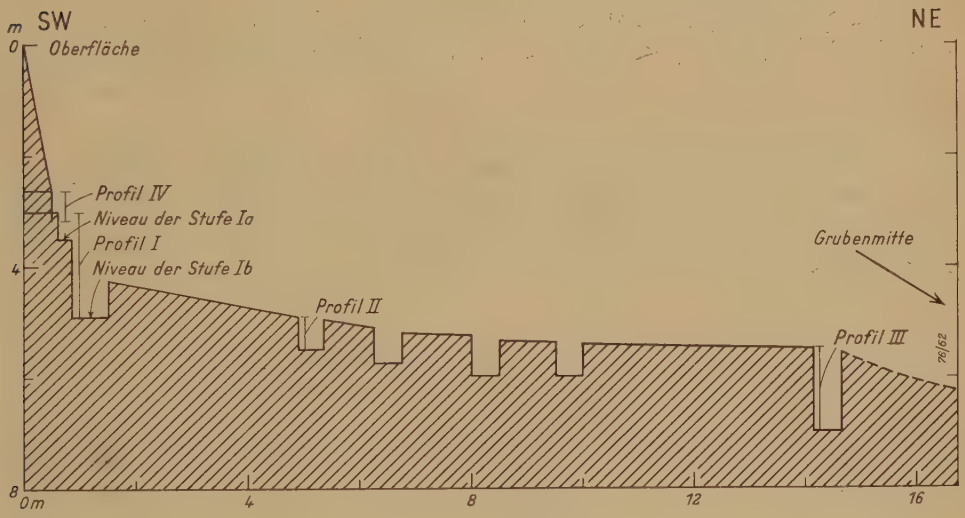


Abb. 4. Eichenberg.
Schematischer Schnitt durch die Grube mit Lage der entnommenen Profile.

Teilprofil IV

(Dieses Profil liegt 1 m seitlich = südlich von Teilprofil I; vgl. Abb. 4.) ca. 250 cm oberhalb 0 — hellbrauner Ton, nach unten abrutschend, die Torfe diskordant überdeckend (nicht weiter berücksichtigt).

	0 cm	scharfe Grenze
0 bis	17 cm	graubraune, humose Ton-Gyttja, darunter Hanglehm ?
bis	30 cm	helles, geschichtetes, torfartiges Material
bis	52 cm	wie vor, dunkler, mit Sandbändern

Teilprofil I

0 bis 20 cm torfartig, leicht zerbröckelnd, schokoladenfarbig, etwas sandig
bis 55 cm ähnlich, aber dunkler (bei 47 cm ein 2—3 mm mächtiges Sandband), bei 55 cm 0-Niveau der Stufe I a
bis 95 cm torfähnlich wie vor, aber mit dünnen Tonbändern von einigen mm Stärke, im unteren Teil kleine Holzstücke
bis 110 cm übergehend zu Ton-Gyttja, schwach humos mit gelbbraunen Eisenflecken, gleyartig, bei 110—115 cm Holzstück
bis 190 cm Ton wie vor, fest, dunkelgrau, etwas feuchter, fein geschichtet, Niveau der Stufe I b

Teilprofil II

0 bis 15 cm graubraunes, etwas mehr torfiges als toniges Material
bis 40 cm torfartiges, etwas dunkleres Material, deutlich geschichtet, Holz in 25—30 cm
bis 62 cm ähnliches Torfmaterial, stärker tonig, heller, mit Eisenflecken

Teilprofil III

0 bis 120 cm vermutlich geschichtetes Torfmaterial, z. T. mit Holzbohlen
bis 155 cm reichlich Pflanzenreste führende, dunkle, feuchte (Kohle-)Ton-Gyttja (nur diese Schicht wurde pollenanalytisch untersucht)

5.3. Vegetationsentwicklung

(Taf. 54, Fig. b)

Da sich die einzelnen Teilprofile überschneiden, werden die Teildiagramme nur kurz hervorgehoben und die während des gesamten Zeitraumes vor sich gegangene Vegetationsentwicklung erst danach erörtert. Der Erhaltungszustand der fossilen Pollen und Sporen ist im allgemeinen ausgezeichnet.

Profil III

Dieses Diagramm zeigt ein ziemlich einheitliches Bild mit wenig Schwankungen. *Alnus* ist sehr häufig und bei 135 cm mit 425,5 % vertreten. Die Pollen von Gymnospermen sind häufiger als die der Angiospermen; es handelt sich vor allem um *Picea*, *Pinus* vom *silvestris*-Typ, *Abies* und *Pinus* vom *haploxylon*-Typ, begleitet vom Taxodiaceae—Cupressaceae-Typ, vom *Pseudotsuga-(Larix-)*Typ, von *Tsuga* und *Sciadopitys*. Das Vorkommen anderer Pollen ist ziemlich gleichmäßig. Von den Angiospermen ist *Fagus* vorherrschend, der Pollen erreicht bei 145 cm 16,9 %. Der EMW zeigt eine gleichmäßige Kurve, in der *Ulmus* und *Quercus* dominieren, *Tilia* nur sehr selten auftritt. *Nyssa, Liquidambar, Rhus, Carya, Pterocarya, Betula,* der *Castanea*-Typ, *Corylus* und *Acer* kommen auch vor, sind aber nur in Spuren vertreten, während die *Salix*-Kurve bei 125 und 120 cm plötzlich ansteigt und 4,4 bzw. 4,7 % erreicht. Überraschenderweise fehlt *Ilex* vollkommen. Die NBP spielen keine große Rolle, Gramineen, Cyperaceen und Umbelliferen sind verhältnismäßig häufig. An Wasserpflanzen kommen nur *Typha* und *Nuphar* vor. Bemerkenswert ist, daß *Nuphar*-Pollen nur in Profil III gefunden wurde und in den anderen Profilen vollständig fehlt. Wahrscheinlich stellt dieses Profil mit einer an organischen Bestandteilen reichen Ton-Gyttja eine limnische Bildung dar. Die Sedimente der übrigen Profile dagegen bestehen aus sandigem Torf und Ton. Die Sporen von *Lycopodium* und *Osmunda* kommen vereinzelt, perisporlose Farnsporen regelmäßig vor.

Profil II

Dieses Profil ist durch eine sehr langsame Zunahme der Koniferenpollen und eine gleichzeitige Abnahme der Laubbaumpollen charakterisiert. Die *Alnus*-Werte bilden mehrere Maxima aus, bei 15 cm einen Gipfel von 952,4 %. In derselben Schicht wurden mehrere Holzstücke gefunden und anatomisch als *Alnus*-Holz bestimmt. Im allgemeinen dürfte der Pollen von Beständen stammen, die in der verlandenden Uferregion gewachsen sind. Die Kurven für *Picea*, den *Pinus silvestris*-Typ, *Abies*, *Tsuga*, den *Pseudotsuga-(Larix-)Typ* und den Taxodiaceae—Cupressaceae-Typ zeigen ein deutliches Ansteigen, während die Kurven für den *Pinus haploxylon*-Typ und für *Sciadopitys* ungefähr gleichmäßig verlaufen. Auf der anderen Seite zeigen die Kurven für *Fagus*, EMW (*Quercus* dominiert), *Salix* (einmal ein Gipfel von 17 % bei 35 cm) und *Carpinus* einen Abfall. *Nyssa*- und *Rhus*-Pollen wurden in geringer Anzahl, *Liquidambar* nur einmal, bei 20 cm, gefunden. Pollen von *Betula*, dem *Castanea*-Typ, von *Corylus* und *Acer* (nur im oberen Teil) sind ebenfalls vorhanden, aber mit niederem Wert. In diesem Profil tritt zum ersten Male *Ilex* auf, ihre *Kurve* erreicht bei 15 cm ein Maximum von 3,5 %. Alle NBP-Kurven zeigen nach oben einen Abstieg, der bei den Gramineen, Cyperaceen und Umbelliferen besonders deutlich ist. Wasserpflanzen sind nur im unteren Teil des Profils vorhanden und nur durch *Typha* vertreten.

Perisporlose Farnsporen zeigen einen ziemlich hohen Anteil; *Polypodium-*, *Lycopodium-*, *Osmunda-* und *Pteridium*-Sporen sind mit niedrigem Wert vorhanden.

Profil I

Wie vorher bilden auch in diesem Profil *Picea* und *Pinus* (vom *silvestris-* und *haploxylon*-Typ) den Hauptbestandteil. Die Werte für *Picea* sowie für den *Pinus haploxylon*-Typ sind nicht von großen Veränderungen betroffen, die Kurven für *Abies* und den *Pinus-silvestris*-Typ zeigen jedoch ein deutliches Ansteigen. Die Pollen vom Taxodiaceae—Cupressaceae-Typ, von *Tsuga* und *Sciadopitys* sind im oberen Teil des Profils häufiger als im unteren, wogegen der *Pseudotsuga-(Larix-)*Typ ziemlich gleichmäßig verteilt ist. Allgemein betrachtet, besitzen die gesamten Koniferenpollen in dem oberen Teil eine etwas größere Häufigkeit, d. h., der Gymnospermenbestand des Waldes breitete sich langsam aus. Die Laubbaumpollen zeigen ein allmähliches Absinken ihres Wertes. Im unteren Teil des Profils erreicht die Kurve von *Fagus* bei 170 cm einen Gipfel von 13,3 %, fällt ab und steigt wieder an auf 11,6 % bei 120 cm und 12,7 % bei 110 cm; nach abermaligem Abfall erreicht sie bei 85 cm einen zweiten Gipfel von 18,2 %, worauf sie bis zum oberen Ende des Profils allmählich abfällt. *Nyssa, Liquidambar, Rhus* und *Pterocarya* haben nie einen hohen Wert, nur der *Carya*-Anteil nimmt im oberen Teil des Profils etwas zu. Denselben Verlauf, d. h. ein allmähliches Absinken des Wertes gegen die obere Profilgrenze, zeigt die EMW-Kurve, in der *Quercus* und *Ulmus* die Hauptbestandteile darstellen, *Tilia* nur im unteren Teil vorkommt. Dies ist der einzige Teil, wo *Tilia* ein ziemlich regelmäßiges Vorkommen zeigt, dessen Maximum 5,7 % bei 150 cm beträgt, worauf auch diese Kurve gegen die obere Profilgrenze abfällt. Das gilt auch für die *Betula-* und *Carpinus*-Kurve. Pollen von *Corylus* und vom *Castanea*-Typ treten nur im unteren Teil auf, sie verschwinden gegen den oberen Teil vollständig. *Acer* fehlt vollkommen. Der Verlauf der *Salix*-Kurve ist sehr interessant: Dieser Pollen ist im unteren Abschnitt regelmäßig vorhanden, seine Kurve fällt langsam ab und verschwindet am oberen Ende. Manchmal wurde auch *Ilex* im oberen Teil mit niedrigem Wert gefunden, einmal bei 50 cm sogar mit 3,5 %. Denselben Abfall gegen die obere Profilgrenze zeigen sämtliche NBP-

Kurven, besonders die der Gramineen, wogegen Cyperaceen und Umbelliferen ihre Maxima im mittleren Teil erreichen. In der Probe Nr. 85 wurden ein Samen von *Menyanthes trifoliata* und einige Holzstückchen von *Alnus* gefunden. Wasserpflanzen sind nur durch *Typha* vertreten, und zwar unregelmäßig. Perisporlose Farnsporen steigen stetig bis auf 18 % im oberen Ende an. Andere Pteridophytensporen, z. B. *Polypodium, Lycopodium, Osmunda* und *Pteridium*, kommen manchmal auch vor, während Filicinae (außer den vorgenannten Formen) regelmäßig vertreten sind, ihre Kurve steigt gegen den oberen Teil allmählich an. Die Häufigkeit der NBP-Pollen in diesem Profil liegt verhältnismäßig niedrig, d. h. unter 100 % der BP, aber verhältnismäßig höher als in den anderen Profilen. *Sphagnum*-Sporen sind mit niederen Werten unregelmäßig vertreten.

Profil IV

Profil IV ist die Fortsetzung von Profil I und zeigt fast die gleiche Vegetationsentwicklung wie der obere Abschnitt von Profil I. *Picea* erreicht bei 35 cm einen Gipfel von 51,1 %. Im mittleren Abschnitt dieses Profils zeigen *Picea, Abies,* der *Pinus-silvestris*-Typ, der *Pseudotsuga-(Larix-)*Typ Gipfel, während die Angiospermen, z. B. *Fagus, Carpinus, Betula,* der *Castanea*-Typ, *Ulmus* und *Quercus,* in ihren Kurven einen Abfall zeigen; *Tilia* tritt nur vereinzelt auf. *Acer* fehlt vollständig, von *Salix* wurde bei 5 cm ein einziges Pollenkorn gefunden, *Ilex* wurde nur am Anfang und Ende des Profils nachgewiesen. Die Schwankungen innerhalb dieser Kurven wurden vielleicht durch klimatische Faktoren bedingt, nämlich durch eine, eine Zeitlang andauernde relative Abkühlung. *Sciadopitys* ist regelmäßig vorhanden (die anderen Tertiärelemente verhalten sich wie vor). Sämtliche NBP-Pollen haben gegenüber Profil I einen etwas niedrigen Wert. Wasserpflanzen fehlen fast ganz, *Sphagnum*-Sporen völlig. Perisporlose Farnsporen sowie Sporen von *Lycopodium, Osmunda, Pteridium* und anderen Filicinae sind mehrfach beobachtet worden, *Polypodium* aber nur einmal bei 10 cm.

Hier endet das Profil mit einer scharfen Grenze. Zwischen dieser Grenze und der Oberfläche liegt eine Schicht von hellbraunem Ton, der sekundär umgelagert und nach unten abgerutscht zu sein scheint.

Es ist noch schwierig, auf Grund eines tertiären Pollendiagrammes ein Waldbild zu rekonstruieren. Nach Kirchheimer (1934 a) kann eine quantitative Pollenanalyse einer Ablagerung, die älter als jungtertiär ist, nicht in Frage kommen. Inzwischen jedoch ist durch viele Arbeiten bewiesen worden, daß auch befriedigende quantitative Pollenanalysen von älteren Tertiärablagerungen möglich sind (Rudolph 1935, Thiergart 1940 u. 1954, Thomson 1950 u. a., Kremp 1950, Leschik 1951, v. d. Brelie & Rein 1952, Szafer 1954 u. a.). Eine wichtige Fehlerquelle kann in älteren Ablagerungen die teilweise oder vollständige Zerstörung von Sporen und Pollenkörnern sein. Solch eine Beschädigung der Pollenkörner kennt man aber auch aus Quartärablagerungen. In dieser Beziehung unterscheidet sich die Ablagerung von Eichenberg nicht sehr von solchen aus dem Quartär. Außerdem zeigt gute Sporen- und Pollenerhaltung, daß die Gefahr, ein falsches Bild zu erhalten, hier nicht groß ist. In dem Auftreten einiger Bäume im untersuchten Moor oder in seiner unmittelbaren Nähe beruht eine weitere Fehlerquelle für die Deutung der Waldverhältnisse der weiteren Umgebung. Sie kann allerdings, wie Thomson (1950) gezeigt hat, zu einer Trennung der örtlichen, mehr oder weniger feuchten Wälder von solchen der weiteren Umgebung auf trockeneren Mineralböden herangezogen werden. Im Diagramm von Eichenberg ist es wahr-

scheinlich der *Alnus*-Bruchwaldtorf, durch den *Alnus*-Pollen im Diagramm überbewertet wird. Deshalb wurde *Alnus* nicht in die Grundsumme einbezogen.

Im folgenden wird versucht, durch Deutung der Diagramme die damalige Waldzusammensetzung der weiteren Umgebung von Eichenberg aufzuklären.

Der Wald in der Nachbarschaft von Eichenberg zur Zeit der Ablagerung der pollenführenden Schichten kann durch die Vorherrschaft von zahlreichen immergrünen Koniferen und relativ wenigen sommergrünen Laubbäumen charakterisiert werden (absolut ist die Zahl der nachgewiesenen Sippen von Laubhölzern immer größer als die der Nadelhölzer). Bei der Probenentnahme wurde versucht, ein Überschneiden der Teilprofile zu verhindern (vgl. Abb. 4). Betrachtet man das Diagramm im ganzen, kann man es grob in zwei Phasen aufteilen: Die untere Phase setzt sich aus Profil III und II und der unteren Hälfte von Profil I (190—75 cm) zusammen; außer den dominierenden Koniferen sind hier mehrere Laubbäume relativ häufiger als in der oberen Phase, was in der *Nyssa-*, *Carpinus-*, *Ulmus-*, *Quercus-* und *Salix*-Kurve besonders deutlich ist. In der oberen Phase dominieren die immergrünen Koniferen noch etwas stärker, als sie das schon in der unteren tun. Der Wechsel von einer Phase zur anderen ist nicht sehr scharf ausgeprägt. Aber eines ist deutlich, nämlich, daß sich die floristische Entwicklung, d. h. der Übergang von einer Phase zur anderen, sehr langsam vollzog; deshalb zeigt das Diagramm auf den ersten Blick ein ziemlich gleichmäßiges Bild. Gründliche Untersuchungen in anderen Arbeiten ergaben, daß der Wechsel der tertiären Floren auf Grund von Evolution und Aussterben sehr langsam vor sich ging, wenigstens seit dem mittleren Tertiär, und daß die Ein- und Auswanderung von Pflanzen wegen eines Klimawechsels sich ebenfalls langsam und allmählich vollzog (Kremp 1955).

Die in Eichenberg gefundenen Pollen stammen wahrscheinlich aus dem oberen Pliozän. Die Ablagerung von Eichenberg wird durch Pollen der folgenden Koniferen charakterisiert: *Picea* (meistens *omoricoides*-Typ), *Pinus, Abies, Tsuga, Pseudotsuga-(Larix-)*Typ, *Sciadopitys* und Taxodiaceae—Cupressaceae-Typ. Von den *Pinus*-Pollen wurden von Rudolph (1935) bekanntlich zwei Typen beschrieben, nämlich der *„silvestris"*- und der *„haploxylon"*-Typ. Von den *Tsuga*-Pollen kommen sowohl die *„diversifolia"*- wie die *„canadensis"*-Gruppe (Kirchheimer 1934 b, Rudolph 1935) vor; diese beiden Typen wurden jedoch nicht getrennt, sondern zusammen als *Tsuga* gezählt. Die Pollenkörner vom Taxodiaceae—Cupressaceae-Typ sind kugelige bis eiförmige, glatte bis unscharf punktierte Zellen, oft in zwei Klappen auseinanderklaffend oder mit einer kleinen, etwas papillös vorspringenden oder lappig umrandeten Austrittsstelle. Ganz gleiche Bilder zeigt der Pollen der meisten Taxodiaceae und Cupressaceae, mit Ausnahme des gut charakterisierten warzigen Pollens von *Sciadopitys* (Rudolph 1935). Die einfachen Körner, z. B. *Taxodium, Sequoia, Cryptomeria, Juniperus,* bieten so wenig Anhaltspunkte für einen Vergleich untereinander, daß eine Bestimmung der Gattungen in den allermeisten Fällen nicht als gesichert angesehen werden könnte. Bei der allgemeinen strukturellen Charakterarmut des Pollens der Cupressaceae und Taxodiaceae besteht also keine sichere Aussicht auf die pollenanalytische Erfaßbarkeit dieser für das Tertiär so wichtigen Familien (Rudolph 1935).

Von den Pollen der sommergrünen Laubbäume stammen die meisten von *Alnus, Fagus, Quercus* und *Ulmus. Alnus* wurde schon auf Seite 816 und oben behandelt. Es sind aber auch *Tilia, Nyssa, Liquidambar, Rhus, Carya, Pterocarya, Betula, Carpinus, Castanea*-Typ und *Salix* sowie ziemlich sporadisch *Corylus* und *Acer* vertreten. Unter den NBP finden sich hauptsächlich Gramineen, Cyperaceen, Umbelliferen, Ericaceen, Rosaceen und Ranunculaceen.

Ein interessantes Merkmal des Waldes von Eichenberg ist die Spärlichkeit der wärmeliebenden Laubbäume und Sträucher. Die Hauptbestandteile des Waldes waren nach dem Diagramm wahrscheinlich *Picea, Pinus* (*silvestris*- sowie *haploxylon*-Typ), *Abies, Tsuga* und *Fagus*. *Picea, Pinus, Abies* und *Tsuga* gewinnen nacheinander Dominanz, *Picea* und *Pinus* erreichen ihre Maxima mit 51,5 bzw. 41,5 %. Das Vorkommen von *Alnus* ist lokal bedingt, die Gattung hält deshalb kontinuierlich ihren beträchtlichen, wenn auch stark schwankenden Wert aufrecht.

Auf Grund der ökologischen Eigentümlichkeit der Pliozänflora wird manchmal ein "undifferentiated deciduous forest climax" (Braun 1935) angenommen. Man könnte nun pliozäne Pflanzengesellschaften mit gegenwärtigen vergleichen (Straus 1935). Szafer (1946) stimmt der Ansicht, daß ein Vergleich mit gegenwärtigen Pflanzengesellschaften möglich sei, nicht zu, weil die Kenntnis von vielen hierfür in Frage kommenden Waldgebieten noch fehlt; eine ausführliche Analyse, qualitativer sowie quantitativer Art, der pliozänen Flora und eine umfassende Untersuchung gegenwärtiger Pflanzengesellschaften von Ostasien und dem atlantischen Amerika werden die Lösung dieser Frage ermöglichen.

Alle Pollentypen, deren Auftreten für die zeitliche Einstufung von oberpliozänen Vorkommen wichtig ist, wurden in Eichenberg gefunden. Damit läßt sich eindeutig zumindest ein pliozänes Alter (vgl. dazu S. 819) der Ablagerung erkennen. Bemerkenswert ist an der Flora des Oberpliozäns gegenüber der Gegenwart und dem Quartär das Vorkommen von Arten, die heute nur in südlichen Ländern leben (Mädler 1939, Szafer 1946 u. 1954, Leschik 1951, v. d. Brelie & Rein 1952 u. a.). Im mediterranen und pontischen Florengebiet, in Ostasien und im Süden Nordamerikas, finden wir heute wieder Pflanzen, die am Ende des Tertiärs noch in Nordwestdeutschland vorkamen. Im Pollendiagramm ist eine geringe Änderung des Klimas und damit der Zusammensetzung der Pflanzenwelt festzustellen, wahrscheinlich infolge einer zunehmenden Abkühlung an der Wende vom Pliozän zum Pleistozän. Pollenanalytische Untersuchungen in anderen Oberpliozän-Ablagerungen ergaben meistens das gleiche Bild; eine ähnliche kühle Vegetationsphase wie in Eichenberg wurde z. B. in Meinweg, Lilbosch, Susteren, u. a. festgestellt (Zagwijn 1957, 1959, 1960).

5.4. Folgerungen

Heck (1928 b) hat die pollenführenden Ablagerungen von Eichenberg als interglazial angesehen. Er führt nur Pollen von Bäumen an, die heute noch in Mitteleuropa Bestandteile geschlossener Wälder sind. Die von ihm genannten Pollen weisen daher auf eine interglaziale Flora hin. Die einzige Ausnahme ist vielleicht *Fagus*, deren interglaziales Vorkommen noch ungeklärt ist (vgl. C. A. Weber 1894, 1896; Firbas 1925, 1927, 1958; Jessen & Milthers 1928, S. 297, 345 ff.; zur Kritik der Pollenanalysen bei Heck vgl. im übrigen Firbas 1929). Die Pollenfunde in meinen Untersuchungen besitzen z. T. pliozänen Charakter, einige dieser Gattungen treten sogar mit ziemlich hohen Prozentsätzen auf.

Im Laufe des Quartärs und im letzten Postglazial haben große klimatische Änderungen stattgefunden, deshalb sind Pollendiagramme aus dem Quartär in der Regel sehr deutlich gegliedert. Im ganzen genügen für eine stratigraphische Gliederung 10—15 Pollenformen, von denen die meisten auf Arten entfallen, die verschiedenen Gattungen und Familien angehören und sich gut unterscheiden. Klimaschwankungen des Tertiärs zeigen keine so deutlichen Änderungen wie die des Quartärs. Die Pollen-

diagramme der pliozänen Ablagerungen zeigen in ihrer qualitativen Zusammensetzung im allgemeinen ein ziemlich einheitliches Bild. Außerdem waren in Mittel- und Westeuropa die pliozänen Wälder viel artenreicher, was im Miozän noch ausgeprägter war.

Das mittelmiozäne Waldbild ist in Nordwestdeutschland im großen und ganzen gleichartig gewesen, wobei die Koniferen im allgemeinen noch eine geringe Rolle spielten (Thomson 1948). Als typische Leitformen der Miozän-Vegetation gibt Zagwijn (1959, S. 15) für die Niederlande an: „*Tricolpites microhenrici, T. henrici, Tricolporites villensis* und *T. pseudocingulum*, um nur die wichtigsten zu nennen. Andere Charaktertypen des Miozäns finden sich noch im älteren Pliozän wieder, jedoch nur ziemlich vereinzelt. Zu ihnen gehören *T. megaexacatus* und *T. edmundi.*" Auf der anderen Seite ist für jedes Pollendiagramm des Pliozäns charakteristisch, daß die Koniferenpollen eine wichtige Rolle spielen (Szafer 1954) und daß die im Quartär sehr häufigen Laubbaumpollentypen wie *Alnus, Betula, Corylus, Carpinus, Fagus, Quercus, Ulmus* und *Tilia* häufiger auftreten als im Miozän. Dasselbe gilt für *Ilex*.

Thomson (1948, S. 370) stellt in seiner Arbeit für das Pliozän in Nordwestdeutschland folgendes fest: „Fast in allen Proben herrscht der Coniferenpollen in Verbindung mit quartären Laubbaumformen vor. Die miozänen Leitformen verschwinden. Von tertiären Elementen treten noch *Sciadopitys* u. a. Taxodiaceae wie cf. *Sequoia, Tsuga, Nyssa, Pterocarya, Carya* und *Liquidambar* reichlich auf." Das wurde schon von Engler (1879) festgestellt und später durch den Hinweis von E. M. Reid (1920) unterstützt, daß die ostasiatisch-nordamerikanischen Arten im Laufe des Pliozäns allmählich von pontisch-mediterranen und den heute noch lebenden europäischen Arten verdrängt wurden (nach Mädler 1939; Leschik 1951).

Nach der Beobachtung von Zagwijn (1959, 1960) gliedert sich das Pliozän in den Niederlanden in drei Abschnitte, von unten nach oben in Susterien, Brunssumien und Reuverien. Das Susterien ist die älteste Pliozänstufe, neben den typischen Pliozän-Elementen treten *T. megaexacatus, T. edmundi, Tricolpites liblarensis* auf, *Pinus* herrscht vor. Im Brunssumien herrscht dagegen der *Sequoia*-Typ vor (den Zagwijn 1959 vom *Taxodium*-Typ unterscheidet), dazu kommen noch gewisse altertümliche Elemente wie *Symplocos, T. edmundi,* Cyrillaceae *(T. megaexacatus)* und *T. liblarensis* (erlangt ein Maximum von 13 % in Bouwberg nach Zagwijn 1960). Schließlich zeigt das Reuverien eine starke *Alnus*-Dominanz; aber auch typische Pliozän-Elemente wie der Taxodiaceae—Cupressaceae-Typ (der *Sequoia*-Typ jedoch viel weniger als im Brunssumien), *Nyssa, Liquidambar, Sciadopitys* etc.; auch ein hoher *Pinus*-Wert ist bezeichnend.

Die Fossilfunde von Eichenberg zeigen Ähnlichkeit mit der Reuver-Stufe, nämlich *Alnus*-Dominanz, einen hohen *Pinus*-Wert und außerdem fast alle typischen Pliozän-Elemente, aber kein Vorkommen von *Symplocos, T. edmundi* und Cyrillaceen; sie weisen außerdem einen niedrigen Wert vom Taxodiaceae—Cupressaceae-Typ auf. Deshalb kann man die Ablagerung von Eichenberg in die Reuver-Stufe stellen, zumindest ist sie jünger als das Brunssumien.

Im folgenden soll versucht werden, einen Vergleich der Ablagerung von Eichenberg mit anderen bekannten mitteleuropäischen Pliozän-Ablagerungen durchzuführen.

Die Ablagerung beim Forsthaus Knobben bei Uslar (Kremp 1950) zeigt im durchschnittlichen Pollenbestand ein typisch tertiäres Waldbild; außer den für das Quartär häufigen Pollen gibt es hier noch Pollen vom Taxodiaceae—Cupressaceae-Typ *(Taxodium* und *Sequoia), Sciadopitys, Pinus* vom *haploxylon*-Typ, cf. *Cedrus, Fagus,* cf. *Castanea, Zelkowa, Nyssa,* aff. *Rhus* usw. Dieselben Elemente wurden auch in Eichenberg, natürlich mit etwas anderen Werten, gefunden. Kremp kommt zu dem

Schluß, die Kohle vom Forsthaus Knobben dürfte auf Grund ihres Pollenbestandes mittel- bis oberpliozänes Alter besitzen. Das gleiche soll für das Vorkommen von Allershausen bei Uslar (Solling) gelten. Es liegt 2 km nordwestlich vom Forsthaus Knobben und zeigt fast den gleichen Pollenbestand. Auch die Anwesenheit von *Taxodium*-Blättern in feinschichtigen Tonen im Hangenden der Kohle spricht für eine tertiäre Ablagerung.

Auch das Kohlenlager von Wallensen im Hils, das vielfach bereits ins Alttertiär gestellt worden ist, zeigt eine tertiäre Pollenflora. *Tsuga* erreicht hier mit 4 Formen Werte bis 48 %. Im allgemeinen herrscht der *Pinus haploxylon*-Typ vor, während der *silvestris*-Typ seltener ist. *Nyssa* tritt gelegentlich, faziell bedingt, reichlich auf, nämlich bis 30 % (Thomson 1948 u. 1951). Kremp's (1950) Untersuchung am selben Profil zeigt etwas andere Werte, z. B. *Corylus-Myrica* im Durchschnitt mit 19 %, *Tsuga* unter 3 % und *Nyssa* mit 16 %. Auf jeden Fall stimmen die Ansichten beider Autoren über die Datierung überein, nämlich, daß dem Hauptflöz von Wallensen auf Grund seiner Pollenflora etwa unter- bis mittelpliozänes Alter zugesprochen werden muß. Die Pollenformen sind in Eichenberg dieselben wie in Wallensen, nur erreichen *Tsuga* und *Nyssa* in Eichenberg nicht so hohe Werte, der *Pinus silvestris*-Typ ist häufiger als der *haploxylon*-Typ. Danach muß die Ablagerung von Eichenberg jünger sein als die von Wallensen.

Die Ausführungen von Straus (1930, 1952) über die formenreiche Pliozänablagerung von Willershausen gründet sich auf die Makrofossilien. Die Arbeit von 1952 enthält außerdem eine Pollentabelle, die Thomson zur Verfügung stellte (Tab. 4), um den Anteil an Makrofossilien wie an Pollen miteinander vergleichen zu können. Später wurden von Thiergart (1954) einige Durchschnittsproben des von Straus bearbeiteten Materials auf ihren Sporen- und Pollengehalt untersucht. Es handelt sich dabei um Material, das verschiedenen Stellen der Ablagerung entstammt. Berücksichtigt man dies, so kann man sagen, daß beide Beobachter zu ähnlichen Resultaten gekommen sind. Beim Vergleich mit Eichenberg erhält man ein ähnliches Ergebnis, stellt aber in Willershausen höhere Prozentsätze von *Pinus*, *Tsuga*, vom Taxodiaceae—Cupressaceae-Typ und von *Quercus* fest. Die Flora zeigt, daß die von Straus eingehend untersuchten Tonmergel ± oberpliozänes Alter besitzen.

In der Tabelle 4 werden die Pollenanteile von Eichenberg mit denen aus dem benachbarten Willershausen und vom Forsthaus Knobben bei Uslar verglichen, um die Ähnlichkeit zu zeigen. Die relative Häufigkeit ist im durchschnittlichen Prozentwert angegeben (Grundsumme = BP + NBP = 100 %). Die Durchschnittswerte von Eichenberg stammen aus den 12 Proben des Profils II.

Das Hauptgewicht der Untersuchung der Schwanheimer Flora (Baas 1932) beruht auf Makrofossilien, doch gibt es auch ein Pollendiagramm. Hier fehlen die typischen Tertiärelemente, z. B. *Nyssa, Liquidambar, Rhus, Juglans, Sciadopitys*, der Taxodiaceae—Cupressaceae-Typ, ebenso *Fagus; Tsuga* und *Pterocarya* wurden jedoch mit außerordentlich hohen Prozentsätzen gefunden, ihre Maxima betragen 57,2 bzw. 19,8 %. Das Alter der Ablagerung ist noch umstritten. Baas (1932, S. 360) stellt sie auf Grund der geologischen Verhältnisse ins Günz/Mindel-Interglazial. Der jüngste Versuch zur Datierung stammt von Zagwijn (1957); da die Ablagerung keine charakteristischen Tertiärelemente zeigt, müsse sie jüngeren Datums sein, vielleicht aus der Tegelen-, wenn nicht Waal-Warmzeit (vgl. auch Szafer 1946). Auf jeden Fall muß sie auf Grund ihrer Flora jünger als Eichenberg sein.

In unmittelbarer Nähe des Dorfes Buchenau (Kr. Hünfeld) liegt ein Tertiärbecken mit Tonen und Sanden. Nach den Lagerungsverhältnissen und der petro-

graphischen Beschaffenheit der Buchenauer Sedimente kann auf ein tertiäres Alter geschlossen werden. Die Frage nach einem alt- oder jungpliozänen Alter konnte von geologischer Seite nicht eindeutig beantwortet werden. Eine Lösung ist vom paläontologischen Standpunkt aus versucht worden (Leschik 1951). Dieser Autor kommt zu dem Ergebnis, daß die Annahme eines jungen, z. B. eines oberpliozänen Alters (noch präglazialen Alters), richtig sei; doch sind von den tertiären Gattungen, die noch bis ins Oberpliozän reichen, beispielsweise Pollen, wie Taxodiaceae—Cupressaceae-Typ, *Nyssa, Liquidambar* und *Sciadopitys,* nicht ein einziges Mal gefunden worden. Auch die für das gesamte Pliozän charakteristischen *Pinus haploxylon*-Typen sind nur selten

Tabelle 4. Vergleich von Pollenspektren verschiedener Fundorte

(Nur die wichtigeren Pollentypen sind in dieser Tabelle verzeichnet)

Reuver	Tegelen		Willershausen		Forsthaus Knobben bei Uslar	Eichenberg
			Thomson	Thiergart	Krempf	Chanda
			%	%	%	%
+	+	*Abies* und *Keteleeria*	2	4	< 1 ← nur *Abies* →	4,2
+	+	*Acer*	—	—	—	0,3
+	+	*Alnus*	0,5	—	1—11	440,0
+	+	*Betula*	1,5	1	< 1	1,0
+	+	*Carpinus*	0,25	—	< 1	1,2
+	+	*Carya*	2	—	2	0,3
+		*Castanea*-Typ	—	—	< 1 cf. *Cast.*	0,5
		cf. *Cedrus*	0,25	1	< 1	—
	+	*Corylus*	1	1	2 *Coryl.-Myrica*	0,2
		Cupressaceae-Taxodiaceae-Typus	8	6	3—16	2,6
	+	Cyperaceae	—	—	—	2,6
+	+	Ericaceae	0,25	1	—	1,0
+	+	*Fagus*	1,5	—	< 1 cf. *Fag.*	5,6
+	+	Gramineae	—	3	< 1	2,2
		Ilex	—	—	< 1 cf. *Ilex*	1,0
		Liquidambar	—	—	—	sporadisch
	+	*Lycopodium*-Typ	1,5	—	—	0,5
+	+	*Nyssa*	0,25	—	< 1	0,2
+	+	*Picea*	36,5	9	4—28	35,3
+	+	*Pinus-haploxylon*-Typ	21	47	2	4,2
+	+	*Pinus-silvestris*-Typ			15—38	18,2
+	+	Polypodiaceae	—	—	1—9	0,2
+		*Pseudotsuga* oder *Larix*	1	1	< 1 cf. *Larix*	3,1
+	+	*Pterocarya*	—	1	< 1	0,1
+	+	*Quercus*	14	1	2—18	2,9
+		*Rhus*	—	—	< 1 aff. *Rhus*	0,3
+	+	*Salix*	—	—	—	3,2
+		*Sciadopitys*	6	2	2—6	0,5
+	+	*Sphagnum*	—	1	0—5	0,01
+	+	*Tilia*	0,25	—	—	0,2
+	+	*Tsuga*	7	14	< 2 { *T.* cf. *can.* *T.* cf. *div.*	4,9
+	+	*Ulmus*	1	1	< 1	1,9
+	+	*Zelkowa*	—	1	< 1	—

anzutreffen. Aber einige Tertiärrelikte, z. B. *Tsuga, Pterocarya,* treten noch auf. Auf Grund der in den Schichten gefundenen Pollen, Samen und Früchte kann man der Ablagerung von Buchenau also auch ein altinterglaziales Alter zusprechen, wahrscheinlich gehört sie zur Tegelen-Warmzeit. Auch nach Zagwijn (1957) soll das Vorkommen von Buchenau, dem Leschik jungpliozänes Alter zuschreibt, altdiluvialen Alters sein, d. h., die Flora von Buchenau ist jünger als die von Eichenberg.

Die berühmte Pliozänflora vom Frankfurter Klärbecken ist zuerst von Engelhardt & Kinkelin (1908) bearbeitet und in das Oberpliozän gestellt worden. Später hat Mädler (1939) die Untersuchungen wieder aufgenommen und daraus gefolgert, daß die Ablagerung ins Unterpliozän gehöre. Seine Untersuchung gründete sich allein auf die hervorragend gut erhaltenen Makrofossilien. Die Ansicht Mädler's über die Altersstellung ins Unterpliozän ist höchstwahrscheinlich richtig. Außer den typischen Tertiärelementen fand er auch zahlreiche Miozänrelikte, was seine Ansicht sehr stützt. Daher können wir annehmen, daß die Flora von Eichenberg jünger ist als die von Frankfurt.

Rudolph (1935) hat einige tertiäre Ablagerungen im nördlichen Böhmen, hauptsächlich pollenanalytisch, untersucht. Er betonte zunächst, daß bei einem Vergleich der Pollenspektren unter Berücksichtigung ihres von geologischer Seite erschlossenen Alters selbstverständlich damit gerechnet werden müsse, daß vorhandene Unterschiede nicht allein durch Altersunterschiede, sondern auch regional oder ganz örtlich bedingt sein können. Zur Erleichterung des Vergleichs hat er die wichtigsten Pollenspektren in einem Blockdiagramm zusammengestellt (S. 315). Der untere Teil umfaßt sicher miozäne Spektren, die gemeinsam charakterisiert sind durch den hohen Prozentsatz vom *Pinus haploxylon*-Typus, durch das gänzliche Fehlen von *Tsuga* und durch die Subdominanz vom *Rhus*-Typus. Die Einheitlichkeit dieser Spektren verschiedenster Herkunft erweckt den Eindruck, daß sie für diese Altersstufe einigermaßen typisch sein könnten. Der obere Teil des Rudolphschen Blockdiagramms zeigt einen fortschreitenden Rückgang im Anteil der tertiären Elemente. *Tsuga* und *Pinus-haploxylon*-Typus behaupten sich zwar noch durchgehend, ihre Häufigkeit nimmt jedoch ab. Der oberste Teil zeigt zwei Phasen der Waldentwicklung aus dem Quartär, entweder aus einem Interglazial oder aus dem Alluvium (S. 301 ff. u. 321 ff.). Das nördliche Böhmen ist recht weit von Eichenberg entfernt. Trotzdem zeigt der pliozäne Teil von Rudolph's Diagramm eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Diagramm von Eichenberg.

Die schöne Folge der Floren von Kroscienko im nördlichen Karpatenvorland (Szafer 1946, 1947) und Czorsztyn, Westkarpaten (Szafer 1954), zeigt ein typisch pliozänes Bild. Außer den Tertiärelementen, die für eine Pliozänflora charakteristisch sind, fanden sich in Kroscienko wie in der Frankfurter Klärbeckenflora einige Miozänrelikte, weshalb Szafer diese Ablagerung ins Unterpliozän stellt. Szafer (1954) folgt dem Vorschlag des Internationalen Geologen-Kongresses in London, 1948 (vgl. Zagwijn 1957, 1960), wonach die Tegelen-Stufe als in das älteste Interglazial, die Flora der Reuver-Stufe als ins Oberpliozän gehörig betrachtet werden sollte. Nach der floristischen Zusammensetzung sind sowohl Kroscienko als auch Czorsztyn älter als Eichenberg.

Florschütz (v. d. Vlerk & Florschütz 1950) beschrieb als erster den großen Unterschied zwischen der Reuver- und der Tegelenflora und die zwischen beiden gelegene Kälteperiode, die das Aussterben weniger widerstandsfähiger, wärmeliebender Arten verursachte.

Die typischen jungtertiären Baumpollen, wie *Sciadopitys, Liquidambar, Rhus, Nyssa* und *Taxodium,* kommen in der oberpliozänen Reuver-Stufe häufig vor, verschwinden aber in Mitteleuropa durch den Einfluß der ersten Kälteperiode („ältester Diluvialschotter" — Rein 1955). Sie finden sich nicht mehr in der Tegelen-Warmzeit, was sich bei Untersuchungen der Grube Jansen-Dings bei Belfeld herausstellte (v. d. Vlerk & Florschütz 1950, 1953; v. d. Brelie & Rein 1952). Also sind zu Anfang des Tegelen die Anzeichen einer ersten Vereisung oder zumindest eines ersten starken Temperaturrückganges zu erkennen, und man kann den Ton von Tegelen als Ablagerung einer ersten Zwischenwarmzeit ansehen (v. d. Brelie & Rein 1952). Von diesem Ton ist von Florschütz ein Pollendiagramm veröffentlicht worden, aus dem der interglaziale Charakter der Vegetation hervorgeht (v. d. Vlerk & Florschütz 1953). Es zeigt u. a. *Fagus,* außerdem *Carya, Pterocarya, Tsuga* und Spuren von *Nyssa,* von *Sciadopitys* und vom *Taxodium*-Typ, die letzteren können aber aus älteren Ablagerungen umgelagert sein. Fast die gleichen floristischen Elemente wurden von demselben Verfasser in der Tongrube von Russel Tiglia bei Tegelen gefunden (v. d. Vlerk & Florschütz 1953).

Einen schönen Vegetationslauf von der oberpliozänen Reuver-Stufe bis zum ersten Interglazial (Tegelen) zeigt das Pollendiagramm vom Meinweg-Ton (Zagwijn 1957, 1959, 1960). Der untere Teil des Diagramms gibt eine Vegetation wieder, wie sie in gleicher Zusammensetzung im Ton von Reuver gefunden wurde (Florschütz & van Someren 1948), mit Pollen vom *Taxodium*-Typ, *Sequoia*-Typ, von *Nyssa, Liquidambar, Sciadopitys, Fagus, Carya, Pterocarya, Tsuga* und viel *Alnus.* Nach Zagwijn (1957, 1959, 1960) ist dieser Teil des Meinweg-Tones dem Reuver-Ton synchron. Im mittleren Teil der Ablagerung wird die Vegetation des wärmeliebenden Laubwaldes durch eine subarktische Parklandschaft mit *Pinus,* ein wenig *Alnus, Salix* und *Picea* und mit einer beträchtlichen Anzahl von NBP ersetzt; wärmeliebende Arten fehlen, ausgenommen einige sporadisch vorkommende Pollenkörner. Der obere Teil des Diagramms zeigt wieder mehr gemäßigte Bedingungen. Es treten jedoch nur *Carya, Pterocarya* und *Tsuga,* außerdem einige Spuren von *Fagus* und *Sciadopitys* (sekundär?), wieder auf. Dieser obere Teil zeigt eine für das Tegelen typische Vegetation.

Über das Tegelen ist mehr bekannt als über das Waal. Der größere Teil einer Tegelen-Ablagerung (vgl. dazu Florschütz & van Someren 1948; v. d. Brelie & Rein 1952; v. d. Vlerk & Florschütz 1953) zeigt interglaziale Pollenanteile mit *Carya, Pterocarya* und *Tsuga,* außerdem viel *Pinus* und *Picea* und weiterhin die sehr charakteristische *Azolla tegeliensis.* Der obere Abschnitt eines Tegelen-Diagramms weist auf eine starke Abkühlung des Klimas hin, wohl auf den Beginn einer neuen Vereisung (Zagwijn 1957, 1959, 1960).

Das Waal-Interglazial zeigt die gleichen charakteristischen Pollenbestandteile *(Carya, Pterocarya, Tsuga)* wie das Tegelen. Beide sind aber durch eine Vereisung voneinander getrennt. Dazu wurde im Waal nur *Azolla filiculoides* gefunden, wogegen im Tegelen *Azolla tegeliensis* häufig auftritt.

Das Cromer-Interglazial wird durch eine gut entwickelte EMW-Phase und das Fehlen von *Carya, Pterocarya* und *Tsuga* charakterisiert; *Azolla filiculoides* ist vorhanden (Zagwijn 1957; Thomson in Woldstedt 1949; Zagwijn & Zonneveld 1956).

Die floristischen Elemente des Reuvers von Meinweg, Susteren, Lilbosch u. a. (Zagwijn 1957, 1959, 1960), des Reuvers im Reuver-Ton (Florschütz & van Someren 1948) und des Reuver-Tons von der Grube Elmpter der Dampfziegelei bei Heyen (v. d. Brelie & Rein 1952) gleichen der Flora von Eichenberg. Das spricht sehr für eine Zuordnung dieser Fundstelle zur Reuver-Stufe.

Auf Grund der neuen Untersuchungen kann jedenfalls gesagt werden, daß die Hecksche Einstufung der Eichenberger Ablagerungen als „vorletztes Interglazial" nicht richtig ist. In seiner Untersuchung hat er offenbar die damals noch wenig bekannten Tertiärpollen nicht erkannt und sie als unbekannte Pollen (Varia) beiseite gelassen. Die von mir gefundenen Pollen und Sporen (vgl. Taf. 54, Fig. b) begründen die Datierung als Oberpliozän, da fast alle für ein mitteleuropäisches Oberpliozän typischen Baumpollen gefunden wurden. So ist die alte Datierung von Beyschlag (1886) als Jungtertiär richtig.

6. Zusammenstellung und Begründung der wichtigsten Bestimmungen

(s. Tafel 50 u. 51; Abb. 5)

Im folgenden werden aus den drei Fundstellen (Bilshausen, Northeim und Eichenberg) nachgewiesene Sippen (Taxa), z. T. mit Angaben über Merkmale und Bestimmbarkeit ihrer wichtigsten Reste, zusammengestellt.

Abkürzungen: Bi — Bilshausen; No — Northeim; Ei — Eichenberg; Bl — Blatt; Fr — Frucht; Frk — Fruchtkörper; Frsch — Fruchtschuppe; Ho — Holz; Nd — Nadel; P — Pollenkorn; Sa — Samen; Sp — Sporen; Stk — Steinkern; N — Nuß; 1—8 Waldperioden der Pollendiagramme; römische Zahlen: die untersuchten Profile der einzelnen Fundstellen; die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Fundstücke wieder.

A. Mycophyta

Pilzsporen und Pilzreste

Ei: Pilzreste finden sich reichlich in fast allen Proben, in II treten sie besonders häufig auf. Es wurden noch keine Arbeiten veröffentlicht, die zu deren Bestimmung dienen könnten. Es ist schwierig, systematische Unterschiede festzustellen, da die Dauersporenformen vieler Familien eine Unterscheidung voneinander nicht zulassen. Die gleichen Sporentypen sind in Buchenau (Leschik 1951) vorhanden.

Mikrothyriaceae?

Ei: I—IV, Frk (auch mit zentraler Öffnung und Jugendstadien), Durchmesser 140 µ. Diese Formen sind zu *Phragmothyrites eozaenicus* Edwards gestellt worden (R. Potonié in Leschik 1951). Sie wurden bereits im Tertiär an verschiedenen Stellen beobachtet und gehören z. T. wohl sicher zu der Familie der Mikrothyriaceae (Gothan & Weyland 1954). Diese Frk besitzen große Ähnlichkeit mit der Grünalge *Phycopeltis* (Chroolepidaceae; vgl. Kirchheimer 1942). Fossil sind Formen der Gattung *Phycopeltis*, die in tropisch-feuchtem Klima wächst, in Form kleiner Scheibchen („Jugendstadien") auf Blättern im Tertiär neuerdings mehrfach nachgewiesen worden. Die runden Scheibchen sind für Pilze gehalten und mit den Mikrothyriaceen verwechselt worden (Gothan & Weyland 1954). Infolgedessen ist die Basis für eine systematische Einordnung unsicher, zumal voll ausgebildete Thalli sich wohl meist nicht unterscheiden lassen (Körper mit und ohne Öffnung — die Öffnungen können sowohl bei Mikrothyriaceen als auch bei *Phycopeltis* bei Auflösung der zentral gelegenen Zellen vorkommen); alle diese Formen können also nur mit Vorbehalt zu den Mikrothyriaceen gestellt werden. Mikrothyriaceen sind im gesamten Tertiär verbreitet und noch im Pliozän gefunden worden (Engelhardt & Kinkelin 1908). Aus interglazialen und postglazialen Ablagerungen sind die über 100 µ großen Thalli bisher nicht bekanntgeworden (Leschik 1951).

B. Bryophyta

Sphagnum sp.

Bi I: Sp, 1—7; Bi II a: Sp, 1—3; Bi II: Sp, 2—8; Bi Kohleton II: Sp, 3; Bi Kohleton I: Sp, vereinzeltes Vorkommen in fast allen Proben; No: Sp; Ei: I—IV: Sp, vereinzeltes

Vorkommen. In allen Diagrammen mit wenigen Prozenten vertreten, besonders häufig in Bi I: 3—4, Bi II a: 3 und Bi II: 3—4 (vgl. Diagramme).

C. Pteridophyta

Lycopodium sp.

Ei I—IV: Sp, vereinzelt. Exospor ein weitmaschiges Netz bildend. Größe 40 µ.

Osmunda sp.

Ei I—IV: Sp, vereinzelt. Gestalt fast regelmäßig kugelig, Exospor (vgl. Hannig 1911 und Karpowicz 1927) mit dichten Warzen bedeckt, in der Aufsicht ist ein engmaschiges Netz unterbrochener, regellos liegender Leistchen sichtbar. Größe 56 µ. Über Vorkommen von cf. *Osmunda*-Sporen wurde von Rudolph (1935) in Neudorf (Oberpliozän) und über weitere tertiäre Vorkommen von Thiergart (1940) berichtet.

Pteridium sp.

Bi Kohleton II: Sp, vereinzelt; Ei I—IV: in IV relativ häufig. Umrißlinie dreieckig bis rundlich, das Exospor mit langen, spitzen und stumpfen Zähnchen besetzt. Größe 30 bis 34 µ.

Polypodium sp.

Bi Kohleton II: Sp, vereinzelt; Ei I, II und IV: Sp, relativ häufiger in I. Bohnenförmig, mit grobwarzigem Exospor. Größe 20—30 µ.

Perisporlose Farnsporen

Bi Kohleton II: 8. Ei I—IV: relativ häufig im oberen Teil von I (18 % bei 45 cm).

Azolla filiculoides Lam.

No: oberes Ende mehrerer Glochidien mit charakteristisch gestielten Widerhäkchen bei 10 cm (Taf. 50, Fig. 1).

D. Spermatophyta

Gymnospermae

Pinus sp.

Pinus silvestris-Typ (vgl. Rudolph 1935). Pollen von diesem Typus sind in allen untersuchten Proben vorhanden: In Bi I, II a und II, Bi Kohleton I, Bi Kohleton II und No sind sie nur unter der Bezeichnung *Pinus* aufgeführt, da der *P. haploxylon*-Typ in diesen Proben nicht nachgewiesen wurde. *P. haploxylon*-Typ (vgl. Rudolph 1935) — Ei I—IV: P, sind in allen Proben festzustellen und bilden eine wesentliche Konstante aller oberpliozänen Pollenspektren. Kiefern der Untergattung *Haploxylon*, besonders der Sektion *Strobus*, waren im Jungtertiär in Mitteleuropa verbreitet (Rudolph 1935).

Picea sp.

Bi I: P, 2 a—3, oberer Teil von 4, 6—7; Bi II a: P, 1—3; Bi II: P, 2—3, 4, 7, 8; Bi Kohleton I: P; Bi Kohleton II: P, 1—3; Ei I—IV: P (hier wurde zusätzlich zum normalen *Picea*-Typ der *P.* cf. *omoricoides*-Typ gefunden, beide werden als *Picea* sp. bezeichnet).

P. cf. *abies* (L.) Karst. — Bi Kohleton I: Sa (7), Nd (1). *P.* cf. *omoricoides* Weber. — Ei I—IV: P. Dieser Pollentyp ist wesentlich kleiner als die rezenten und postglazialen *P. abies*-Pollentypen und hat Luftsackhöhen zwischen 33 und 70 µ, während die Luftsackhöhen von *P. abies*-Pollen zwischen 47 und 87 µ schwanken (ausführlich in Reich 1953).

Tsuga sp.

Ei I—IV: P. Die kugeligen Pollenkörner sind in der Aufsicht mehr oder weniger kreisrund, bisweilen von der Seite her etwas eingerollt. Die Oberfläche ist mit bald gröberen,

bald feineren Warzen und kurzen Leisten bedeckt. Am Äquator sind die Säume ungleichmäßig aufgetrieben und bilden eine wellige Krause, die das Anfangsstadium eines Luftsackes darstellen mag (Rudolph 1935). Der Saum des Pollens von *T. diversifolia* Maxim. besitzt zwischen 4 und 9 µ Breite, während *T. canadensis* (L.) Carr. einen schwachen Saum entwickelt, der aus winzigen Bläschen besteht und nur ganz selten 4—5 µ Breite erreicht (Kirchheimer 1934 b; vgl. auch Baas 1932 u. Erdtman 1954). Beide Pollentypen wurden in fast allen Proben von Eichenberg nachgewiesen und mit rezentem Material verglichen, besonders im Hinblick auf die Struktur des Saumes (Taf. 50, Fig. 2).

*Pseudotsuga-(Larix-)*Typ

Ei I—IV: P. Körner kreisförmig, ohne Andeutung von Sack, Pore oder Colpa, gleichmäßige Größe, 95—102 µ im Durchmesser, Exine dünn und glatt. Morphologisch nicht von *Larix* zu unterscheiden.

Abies cf. *alba* Mill.

Bi Kohleton I: P, Sa (12), Frsch (4); Bi Kohleton II: P, 1—3, Ausbreitung in 1 a, Maximum in 1 b, kurz danach Verschwinden in 2; No: P; Ei I—IV: P, der Wert steigt nach oben zu an. Die Pollen sind gut gekennzeichnet durch die grobkörnige Struktur der Exine, die starke Verdickung der Rückwand und den dadurch bedingten krenulierten „Kamm" sowie durch die gut abgesetzten weitmaschigen Flügel. — Bi Kohleton I: Sa (2). Nach den vorhandenen Resten von *A. alba* nicht zu unterscheiden.

Taxodiaceae—Cupressaceae-Typ

Ei I—IV: P. Durch die strukturelle Merkmalsarmut ihrer Pollen ist es kaum möglich, die beiden Familien an Pollenkörnern zu unterscheiden (s. S. 817; Taf. 50, Fig. 3—5).

Sciadopitys[2] cf. *verticillata*

Ei I—IV: P. Eine Ausnahme macht *Sciadopitys*, deren Pollenkorn gut charakterisiert ist durch die rundliche, elliptische bis spindelförmige Gestalt und durch die Exine, die dicht mit ungleich großen, unregelmäßigen Wärzchen besetzt ist. Thiergart (1951) schreibt: „Die Form des *Sciadopitys*-Pollens ist so konstant und gleicht der einzigen rezenten Art so sehr, daß wir es mit großer Wahrscheinlichkeit mit der heute in Ostasien beheimateten Form zu tun haben . . . Daß *Sciadopitys* zu den lebenden Fossilien gehört, dürfte kaum zu bestreiten sein." (Taf. 50, Fig. 6 u. 7.)

Ephedra cf. *distachya* L.

Bi I: P, 4, 6 a; Bi II: P, 4; vereinzeltes Vorkommen, in Bi I und II insgesamt 5 Pollenkörner von prolater, elliptischer bis spindelförmiger Gestalt mit 5—8 Längsrippen, zwischen je zwei Längsrippen liegt eine verzweigte Längsfurche. *Ephedra*-Pollenkörner wurden fossil zunächst im Tertiär (Kirchheimer), dann vor allem im Spätglazial (Iversen u. a.), gefunden.

Angiospermae

Potamogeton natans L.[3] (Abb. 5, Fig. 1)

Bi I: Stk, 2 b, 2 c (3); 5 a, 5 b, 6 a, 6 b (3). Stk 3,1 mm lang, etwas flachgedrückt, im zentralen Teil aber etwas vertieft; Rückenklappe mit stumpfem Kiel, reicht bis zum Griffelansatz.

P. oblongus VIV. (Abb. 5, Fig. 2)

Bi I: Stk, 2 b, 2 c, 3 (1). Stk 2 mm lang, Rückenklappe dachförmig, stark gekielt.

P. gramineus L. (Abb. 5, Fig. 3)

Bi I: Stk, 6 c (2). Stk 2 mm lang, mit je einer untiefen Grube an der Seite, Rückenklappe dachförmig, gekielt, unterscheidet sich von *P. Zizii*, wo die Seiten flach sind.

---

[2]) An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Jimbo von der Universität Tohoku (Japan) für die Übersendung rezenten Vergleichsmaterials von *Sciadopitys* bestens danken.

[3]) Zur Bestimmung der *Potamogeton*-Steinkerne diente der Schlüssel von Jessen (1948), zur Bestätigung wurde Vergleichsmaterial hinzugezogen.

P. praelongus Wulf. (Abb. 5, Fig. 4)

Bi I: Stk, 2 a—2 b (1); selten. Stk 3,5 mm lang, die untere Hälfte ist ausgesprochen schmaler als die obere, Griffelansatz ventral, Rückenklappe dachförmig, stark gekielt.

P. acutifolius Link. (Abb. 5, Fig. 5)

Dieses Material wurde von Dr. Lüttig aus dem T_2-Ton (AY = AJ) — vgl. S. 800, 801 —, möglicherweise aus derselben Schicht wie Bi I, gesammelt. Stk 2 mm lang, halbkreisförmig, mit einem Höckerchen an der unteren Bauchseite, Griffelschnabel ziemlich lang.

P. rutilus Wolfg. (Abb. 5, Fig. 6)

Bi I: Bl, 5 a, 5 b, 6 a, 6 b; Stk 5 a (1); Stk 1,7—2,3 mm lang, Seiten konvex, dick, Bauchseite fast eben.

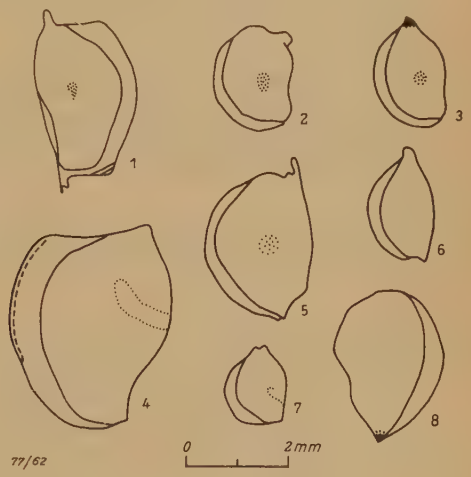


Abb. 5. 1 = *Potamogeton natans*
2 = *P. oblongus*
3 = *P. gramineus*
4 = *P. praelongus*
5 = *P. acutifolius*
6 = *P. rutilus*
7 = *P. pusillus*
8 = *P. pectinatus*

P. pusillus L. (Abb. 5, Fig. 7)

Bi I: Stk (1), noch drei weitere, aber zerstört, deshalb als cf. *pusillus,* 1—2 a; Stk (4), Bl, 2 a—2 b; Stk (3), Bl (8), 5 a, 5 b, 6 a, 6 b; Stk (3), 6 c. Sehr häufig; ganz kleine Stk, 1,5—2,0 mm lang, Rückenklappe abgerundet, Griffelansatz in der Mitte, mit schmaler Basis. Steht *P. rutilus* sehr nahe, wo der Stk dicker und die Griffelbasis breiter ist.

P. pectinatus L. (Abb. 5, Fig. 8)

Bi I: Stk, 5 a, 5 b, 6 a, 6 b (2). Stk 3,5 mm lang, mit stark gewölbten Seiten, Rückenklappe abgerundet, ohne Kiel, Griffelansatz ventral.

P. cf. *densus* L.

Bi I: Stk, 2 b, 2 c, 3 (1), etwas zerstört, sehr ähnlich dem rezenten *densus,* deshalb cf. *densus;* Stk 5 a, 5 b, 6 a, 6 b (3). Stk 2,5 mm lang, stark zusammengedrückt, kaum 1 mm dick, Keimling an den flachen Seiten stark eingerollt, Rückenklappe mit stumpfem Kiel.

Najas marina L.

Bi Kohleton I: Fr (1). Diese Probe schickte mir Dr. Lüttig, Pr. 9 aus Tiefbohrungen im Kohleton. Fr. 4,5 mm lang, etwas eiförmig, Schale leicht gerunzelt.

Zannichellia palustris L.

Bi I: Fr, 1—2 a (13); 2 a—2 b (3); 3 (6); 5 a, 5 b, 6 a, 6 b (5); 6 c (2). Sehr häufig, Fr dreimal so lang wie breit, ledrig, durch Reste von Griffelansatz, Stiel und kammartig gezähnter Rückenklappe nicht zu verwechseln.

Eleocharis palustris (L.) Roem et Schult. ssp. *mammillata*

Bi I: Fr, 2 a—2 b (1); 3 (1). Fr eiförmig, abgeflacht, am Rande gerundet, knopfförmiger Griffelrest an der Spitze.

Populus tremula L.

Bi Kohleton I: Bl (1). Bl schon makroskopisch an der Form zu erkennen, fast kreisrund, Blrand grob gezähnt; am Grunde dreinervig, Breite des Blattes (rechte Hälfte von der Mittelrippe bis zum Rand) 3,1 cm, Länge (von der Petiolenbasis bis zur Spitze) 5,3 cm.

Carya sp.

Ei I—IV: P, sphärisch dreieckig mit abgerundeten Ecken bis fast kreisförmig, ziemlich dickwandig, die Poren befinden sich nicht genau in der Äquatorialebene, Oberfläche glatt, 45 µ Durchmesser (Taf. 50, Fig. 13).

Pterocarya sp.

Ei I—IV: P. In der Aufsicht rundlich-polygonal mit 4—7, meist 5—7 kleinen Poren am Äquator, eine an jeder Ecke des Kornes. Die Körner sind etwas denen von *Alnus* ähnlich, sind aber beträchtlich größer und haben keine Arci. Durchmesser durchschnittlich 30 µ (Taf. 50, Fig. 8).

Carpinus sp.

Bi I: P, 1, 5 a—7; Bi II a: P, 1, 2 a, 3; Bi II: P, 2 a—8; Bi Kohleton I: P; Bi Kohleton II: P, 1 a—1 b; No: P; Ei I—IV: P. In Bi Kohleton II spielten *Carpinus*-P eine bedeutende Rolle.

Carpinus cf. *betulus* L.

Bi Kohleton I: Sa (1). Sa 6 mm lang, 5 mm breit, stark abgeflacht, mit 5 stark gekielten Rippen, die an den Polen zusammenlaufen. cf. *Carpinus* — Bi Kohleton I: Bl (2). Blrand zerstört, auf Grund der Nervenanordnung kann es sich um *Carpinus* handeln (s. S. 805).

Betula sp.

Bi I: P, 1—7; Fr (10 — ohne Flügel), 1—2 a, Fr (11 — ohne Flügel), 2 a, 2 b, Fr (1 — ohne Flügel), 6 c; Bi II a: P, 1—3; No: P; Ei I—IV: P. *Betula*-P bilden die Hauptkomponente in Bi I, Bi II a und Bi II.

B. pendula Roth.

Bi Kohleton I: Frsch (1). Dieses Material wurde von Dr. Lüttig übersandt, der es aus dem neuen Aufschluß des Kohletons gesammelt hatte (1959).

B. pubescens Ehrh.

Bi I: Fr (1), 2 b—2 c; Fr (1), 5 a, 5 b, 6 a, 6 b; Fr langgestreckt, Frflügel etwa so breit wie die Fr.

Fagus sp.

Ei I—IV: P. Pollenmorphologisch gibt es keinen Unterschied zwischen den in Ei gefundenen Typen und jenen der rezenten *F. silvatica* oder den *Fagus*-Funden aus postglazialen Ablagerungen (Taf. 50, Fig. 9, 10 u. 11).

Castanea-Typ

Ei I—IV: P (in I nur im unteren Teil). Kleiner P, prolat, glatt, morphologisch ähnlich *Castanea*.

Ulmus sp., *Zelkowa* sp.

P in allen Fundstellen. Der P gleicht vollkommen rezentem und postglazialem *Ulmus*-P. Die gleiche Gestalt und Größe besitzen aber auch die P von *Zelkowa*.

Rumex maritimus L.

Bi I: Fr, 1—2 a (5), 2 a—2 b (3), 3 (8), 5 a, 5 b, 6 a, 6 b (3), 6 c (3); Bi Kohleton 1: Fr (1) von Pr. 2. Frhülle mit drei langen, borstenförmigen Zähnen.

Polygonum[4]) *aviculare*-Typ

Bi I: P, 5 a, 7; Bi II: P, 4, 8; vereinzeltes Auftreten.

P. bistorta-Typ

Bi I: P, 1—7; Bi II a: P, 1—3; Bi II: P, 2 a, 2 c, 3, 4, 8; Bi Kohleton I: P; No: P; Ei I: P (nur 1 Korn).

P. persicaria-Typ

Bi I: P, 6—7; Bi II: P, 4, 8; No: P.

P. convolvulus-Typ

Bi I: P, 1, 2 a, 4, 5 a, 6 c.

Nuphar sp.

Ei III: P, monocolpat, echinat (in den Diagrammen zu den Wasserpflanzen gerechnet).

Ranunculus sect. *Batrachium* S. F. Gray

Bi I: Fr, 1—2 a (6); 2 a—2 b (3); 3 (4); 5 a, 5 b, 6 a, 6 b (15); 6 c (6). Fr sehr häufig, abgeflacht, eiförmig, mit Querrunzeln.

R. sceleratus L.

Bi I: Fr, 1—2 a (3); 2 a—2 b (1); 2 b—2 c (1); 3 (2); 5 a, 5 b, 6 a, 6 b (3); 6 c (2). Fr 1 mm lang, rundlich, an den Seiten fein gerunzelt.

Liquidambar sp.

Ei I—IV: P. Vereinzeltes Vorkommen; Durchmesser etwa um 35 µ, P periporat, Exine zwischen den Poren fein-, über diesen gröber und lichter punktiert (Taf. 51, Fig. 1 u. 2).

Sanguisorba officinalis L.

Bi I: P; Bi II a: P; Bi II: P; Bi Kohleton I: P; Ei I: P. Sehr selten.

Rhus sp.

Ei I—IV: P, vereinzelt. P tricolporat, mit drei tief eingreifenden Falten (Colpi), bis fast an die Pole reichend, Exine zwischen den Falten kräftig punktiert (scabrat), Durchmesser 36 µ.

Ilex sp.

Ei I, II und IV: P. P-Gestalt dreifaltig, Exine zwischen den Falten mit dicken, unverzweigten Keulen besetzt, die gegen die Falten hin kleiner und dichter sind; bis 30 µ.

Acer sp.

Ei II—III: P; Bi Kohleton I: Fr (3), Flügel teilweise zerstört, Breite 7,5 mm, Länge 7 mm.

Rhamnus frangula L.

Bi II: P, 8, nur 1 Korn. Zur Bestimmung vgl. Straka (1954).

Nyssa sp.

Ei I—IV: P, vereinzelt. Polansicht dreieckig, tricolporat, scabrat, Durchmesser etwa 33 µ (Taf. 51, Fig. 3—5).

---

[4]) Zur *Polygonum*-Pollenbestimmung vgl. Hedberg (1946).

Myriophyllum alterniflorum DC.

Bi I: Fr, 2 a—2 b (1); Bi II a: P, 1; Bi Kohleton I: P.

M. spicatum L.

Bi I: Fr, 2 b—2 c (2); Fr, 3 (1); Bi II: P cf. *Myriophyllum*, 4, 7. Alle P. von *Myriophyllum* wurden zu den Wasserpflanzen gerechnet.

Hippuris vulgaris L.

Bi I: Sa, 3 (2); Sa, 6 c (1). 1,5 × 1,3 mm, etwa eiförmig, am Grunde mit großem Nabel.

cf. *Pleurospermum austriacum* (L.) Hoffm.

Bi I: P, nur 1 Korn in 6 c; Bi II: P, 8.

Bupleurum sp.

Bi II a: P, 2 a, 2 c; Bi II: P, 4, 8; Bi Kohleton I: P, nur 1 Korn; Ei IV: P, nur 1 Korn (Taf. 51, Fig. 6 u. 7).

Menyanthes trifoliata L.

Ei I: Sa (1).

Polemonium coeruleum-Typ

Bi I: P, je 1 Korn in 6 b und 6 c; Bi II a: P, 1 Korn in 2 b; Bi Kohleton I: P, 1 Korn in Probe 13 b (AY = AJ); No: P, 1 Korn, (Taf. 51, Fig. 8 u. 9).

P. boreale-Typ

Bi II a: P, 1 Korn in 3. Zur Bestimmung der *Polemonium*-P vgl. Beug (1957).

Plantago major-media-Typ

Bi II: P, je 1 Korn in 4 und 8; Ei I: P, sporadisch.

P. lanceolata-Typ

Bi II: P, 4, 8. Zur Pollenbestimmung vgl. I. Müller (1947).

Valeriana sp.

Bi I: P, vereinzelt; Bi II a: P, sporadisch; Bi II: P, sporadisch; Bi Kohleton I: P, nur 1 Korn, = Dr. Lüttig's Probe 13 b (AY = AJ) aus dem T_2-Ton; No: P, nur 1 Korn. Zur Bestimmung vgl. Wagenitz (1956).

Knautia sp.

Bi I: P, nur 2 Körner, je eines in 5 b und 5 c; Bi II a: P, sporadisch; Bi II: P, nur 1 Korn in 2 a. P triporat, fast dreieckig, abgeflacht, echinat, Exine mit feinen und groben Stacheln besetzt.

Bei den *Succisa*-P sind die Columellae oben bäumchenartig verzweigt, die Falten kurz; bei den *Scabiosa*-P dagegen sind die Columellae unverzweigt, die Falten lang. So sind die drei Gattungen gut voneinander zu unterscheiden (Lang 1953).

Artemisia sp.

P in allen Abschnitten von Bi I, Bi II a, Bi II vorhanden, vereinzelt in Bi Kohleton I, No und Ei.

Centaurea montana-Typ

Bi I: P, 5 b und 6 c, vereinzelt; Bi II a: P, je 1 Korn in 1, 2 a; Bi II: P, 5 Körner, davon 2 Körner in 3, 1 in 4 und 1 in 8; No: P, vereinzelt (Taf. 51, Fig. 12). Zur Pollenbestimmung und Typenanordnung vgl. Wagenitz (1955).

7. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden interglaziale und interstadiale Tonvorkommen von Bilshausen (Untereichsfeld), interglaziale Tonvorkommen von Northeim (Leine) und oberpliozäne humose Tone und mehr oder weniger stark gepreßte Torfe von Eichenberg, aus dem Leinegraben südlich von Göttingen, pollenanalytisch und auf ihre Großreste hin untersucht.

a) Der Kohleton von Bilshausen ist geologisch und pollenanalytisch von Lüttig & Rein (1954) untersucht und in das Cromer-Interglazial (vgl. Zagwijn 1957, 1959, 1960) gestellt worden. Das Pollendiagramm von Lüttig und Rein zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit Pollendiagrammen des Eem-Interglazials. Es unterscheidet sich von solchen nur durch einige spärliche Funde von Tertiärpollen. In meinem Teildiagramm, das neben einzelnen Stichproben nur die späten Perioden des Interglazials umfaßt, fand ich jedoch keine Tertiärelemente, wohl aber viel höhere *Abies*-Werte, als Rein angibt. Auch ein Blatt, in Lüttig & Rein als *Fagus silvatica* angesprochen, gehört sicher nicht zu dieser Art oder Gattung; es dürfte zur Gattung *Carpinus* gehören. Damit verliert dieser Fund die Bedeutung, die ihm zur Begründung der Datierung beigemessen wurde. Der Vegetationsablauf in dem von mir aufgestellten Teildiagramm des Kohletons zeigt ebenfalls große Ähnlichkeit mit dem Eem-Interglazial. Betrachtet man alle diese Punkte, so tauchen Bedenken gegen die Richtigkeit der Datierung als Cromer-Interglazial auf. Der hohe *Abies*-Wert läßt die Möglichkeit der Zugehörigkeit zum Holstein-Interglazial zu, der *Carpinus*-Gipfel und die Gliederung der Waldperioden unterstützen jedoch eher eine Zuordnung zum Eem-Interglazial. Es werden also erst weitere Untersuchungen zu prüfen haben, ob zwischen der Vegetationsentwicklung des Cromer- und des Eem-Interglazials wirklich eine so weitgehende Übereinstimmung bestanden hat, daß deren Unterscheidung auf Grund von Pollendiagrammen nicht möglich ist.

Hinsichtlich des Alters des „T_2-Tons", der dem Kohleton-Interglazial, getrennt durch einen praktisch pollenfreien „Roten Ton", aufliegt, haben die Untersuchungen zu folgendem Ergebnis geführt: Die Pollenanalysen, die Großrest-Untersuchungen und die daraus abgeleitete floristische Entwicklung zeigen, daß eine richtige Warmzeit mit Wäldern von relativ wärmeerfordernden Laubbäumen damals nicht bestanden hat, d. h., daß der T_2-Ton keinen Interglazialcharakter besitzt. Aber zwei sehr charakteristische Schwankungen, die im wesentlichen nur durch eine Ausbreitung von Birken- und Kiefernwäldern mit etwas Fichte und Erle ausgezeichnet sind, lassen annehmen, daß beim Herannahen der nächsten Eiszeit das Klima zweimal vorübergehend etwas besser, d. h. für die Ausbreitung der genannten „subarktischen" Wälder geeigneter war, so daß wir von zwei Interstadialen sprechen können.

b) Die fossilführenden Ablagerungen von Northeim wurden von den Geologen zunächst ins Pliozän gestellt, später aber von Heck (1928 b) nach dem Pollengehalt als Interglazial angesehen, was auch nach meinen Pollenanalysen zutreffen dürfte. Sie ergaben nämlich nur Pollen der auch heute noch in den mitteleuropäischen Wäldern vorhandenen Arten bzw. Gattungen ohne *Fagus*. Außerdem bestätigt auch der Fund mehrerer Glochidien des Wasserfarns *Azolla filiculoides*, der ein Leitfossil der alten und mittleren Interglazial-Ablagerungen (ausgenommen Tegelen, als dessen Leitfossil *Azolla tegeliensis* gilt) ist, diese Ansicht. In der letzten Interglazialperiode (Eem) wurde

jedenfalls noch keine *Azolla filiculoides* nachgewiesen. Dazu kommen noch die geologischen Hinweise, die die Zuordnung der Northeimer Flora zum Holstein- (Elster/Saale-)Interglazial stützen.

c) Die Ablagerung von Eichenberg wurde von den Geologen zunächst ebenfalls ins Pliozän, später aber von Heck (1928 b) nach dem Pollengehalt ins vorletzte Interglazial gestellt. Diese Einstufung ist aber nach den jetzigen Untersuchungen nicht zutreffend. Danach kommen hier zunächst außer den im heutigen Mitteleuropa verbreiteten Gehölzen auch noch solche „Tertiär-Relikte" vor, die spätestens aus der Tegelen-Stufe, die heute als erste Warmzeit des Pleistozäns angesehen wird, bekannt sind, oder die auch noch in dem darauffolgenden Waal-Interglazial im Sinne von Zagwijn auftreten, in jüngeren Abschnitten des Eiszeitalters aber in Mitteleuropa ganz oder fast ganz fehlen. Das sind *Pinus* vom *haploxylon*-Typ, cf. *Castanea*, *Carya*, *Pterocarya* und *Tsuga*. Und dazu kommen schließlich noch Gattungen, die in West- und Mitteleuropa schon in der Tegelen-Warmzeit fehlen, obwohl sie noch in der Reuver-Stufe des späten Pliozäns vorhanden waren, nämlich der Pollentyp von Cupressaceae und Taxodiaceae, *Sciadopitys*, der *Pseudotsuga-(Larix-)*Typ, *Nyssa*, *Liquidambar* und *Rhus*, im Hinblick auf ihr späteres Fehlen auch die Rotbuche (*Fagus* sp.). Es besteht also im Pollengehalt eine sehr große Ähnlichkeit mit anderen Pollenuntersuchungen der Reuver-Stufe. Danach gehören die pollenführenden Ablagerungen von Eichenberg sicher ins obere Pliozän, und zwar sehr wahrscheinlich in die Reuver-Stufe.

Summary

This paper deals with pollen-analytical and macrofossil investigations of the interglacial and interstadial clay-pit of Bilshausen (Untereichsfeld), interglacial clay-pit of Northeim (Leine) and upper Pliocene humic clay and more or less closed pressed peat of Eichenberg (situated near the Leine-valley south of Göttingen).

a) The Kohleton of Bilshausen was studied geologically and pollenanalytically by Lüttig & Rein (1954) and was placed in the Lower-Pleistocene Cromer-interglacialperiod (comp. Zagwijn 1957, 1959, 1960). The pollen-diagram of Lüttig a. Rein shows similarity to some extent with the pollen-diagrams of Eem-interglacial. The difference lies only in the discovery of some scarce Tertiary pollentypes. In my partial diagram, in addition to some random isolated samples, which comprise only the latter part of the interglacial, I however, did not find any Tertiary-element, but much higher *Abies*-value than Rein states. Also one leaf, claimed in Lüttig & Rein as *Fagus silvatica*, certainly does not belong to this species or genus; it might have belonged to *Carpinus*. This discovery therefore loses its significance as the proof for the dating. The sequence of the vegetation in my partical diagram of Kohleton shows likewise a great similarity with the diagram of Eem-interglacial. Considering all these points, hesitation comes against the correctness of its being dated as Cromer-interglacial. The high *Abies*-value shows the possibility of its belonging to the Holstein-interglacial; the *Carpinus*-peak and the classification of the forest-periods support more a relation to Eem-interglacial. Further investigations are necessary to prove whether really such an extensive conformity existed between the vegetational-development of Cromer-interglacial and Eem-interglacial, that their discrimination through the study of pollen-diagrams is not possible.

Investigation regarding the age of the "T_2 - T o n", which lies on the Kohleton-interglacial separated by a practically pollenfree "Roten Ton", has conveyed to the following result. The pollen-analysis, the macrofossil investigation and the floral development derived therefrom show that a real warm-period with forests of relative warmth-loving deciduous trees did not exist at that time, that means the T_2-Ton does not posses interglacial-character. But two very characteristic oscillations, which in fact were distinguished only through the spreading of birch and pine forests with some spruce and alder, brings the supposition, that by the approach of the next glacial-period twice the climate became temporarily a bit better, that means the condition was suitable for the expansion of the above mentioned "subarctic" forests, so that we can assume of two interstadial-phases.

b) The fossiliferous sediment of N o r t h e i m was placed by the geologists first in Pliocene but later form its pollen contents was considered as interglacial by Heck (1928 b), which view is also supported by the result of my pollen analysis. Only such pollen-types are registered from the species or the genus which are still existing in the central European forests except *Fagus*. Besides, this view is confirmed also by the discovery of several glochidia of the water-fern *Azolla filiculoides*, which is an index-fossil for the old and middle interglacial deposits (Tegelen excluded, because *Azolla tegeliensis* is regarded as its index-fossil). At any case, no *Azolla filiculoides* has yet been detected from the last interglacial period (Eem). In addition comes the geological indications, which support the relationship of the flora of Northeim with the Holstein (Elster/Saale-)interglacial.

c) The deposit of E i c h e n b e r g too, was first placed in the Pliocene by the geologists, but later (after its pollen contents) it was placed in the penultimate interglacial by Heck (1928 b). But according to my investigation this has not been proved to be right. In addition, here comes besides the present central European trees also such "Tertiary-relicts", which are known at the latest from Tegelen-stage, now being regarded as the first warm-period of Pleistocene, or even occur in the subsequent Waal-interglacial as it is interpreted by Zagwijn, and are completely or almost completely absent from the younger periods of the ice-age. These pollen-types are *Pinus* of *haploxylon*-type, cf. *Castanea, Carya, Pterocarya* and *Tsuga*. And in addition come eventually such genera, which were so far absent in west and central Europe in the Tegelen warm-period, though they were still present in the Reuver-stage of the late Pliocene, namely the pollen-types of Cupressaceae and Taxodiaceae, *Sciadopitys, Pseudotsuga-(Larix-)*type, *Nyssa, Liquidambar* and *Rhus,* also beech (*Fagus* sp.) in regard to its absence later. At any case, there is a very great similarity in pollen contents with the other pollen investigations of the Reuver-stage. Accordingly the polleniferous deposit of Eichenberg certainly belongs to the upper Pliocene, most probably in the Reuver-stage.

Schrifttum

Altehenger, P. A.: Klimaschwankungen im Pliozän von Wallensen (Hils). — Eiszeitalter u. Gegenwart, **9**, S. 104—109, Öhringen/Württ. 1958.

Andersen, S. T.: New investigations of Interglacial Freshwater deposits in Jutland. A preliminary report. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **8**, S. 181—186, Öhringen/Württ. 1957.

Baas, J.: Eine frühdiluviale Flora im Mainzer Becken. — Z. Bot., **25**, H. 6/7, S. 290—371, 4 Taf., Jena 1932.

Bertsch, K.: Früchte und Samen. — 247 S., Stuttgart (Enke) 1941.

Beug, H.-J.: Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge (Fichtelgebirge, Harz und Rhön). — Flora, **145**, S. 167—211, 4 Taf., 13 Abb., Jena 1957.

Beyschlag, F.: Erläuterung zu dem Blatt Witzenhausen. 23 Lfg., Gradabt. 55, Bl. Nr. 40. — 37 S., Berlin 1886.

Bismarck, W.: Diluviale Beckenablagerungen im nordwestlichen Eichsfeld. — Diss., 87 gez. Bl., 43 Abb., Jena 1942.

Braun, E. L.: The undifferentiated decidous Forest Climax and the association Seggregate. — Ecology, **16**, Brooklyn 1935.

Brelie, G. v. d.: Die pollenstratigraphische Gliederung des Pleistozäns in Nordwestdeutschland. 2. Die Pollenstratigraphie im jüngeren Pleistozän. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **6**, S. 25—38, Öhringen/Württ. 1955.

— & Rein, U.: Die Interglazialbildungen im Niederrheinischen Diluvium. — Der Niederrhein, **19**, Nr. 3/4, S. 63—68, Krefeld 1952.

Brouwer, A.: Pollenanalytical and geological investigations of the lower and middle Pleistocene in the Northern Netherlands. — Leidse geol. Meded., **14**, B, S. 258—346, 3 Taf., 4 Abb., 5 Tab., Leiden 1949.

Brouwer, W. & Stählin, A.: Handbuch der Samenkunde. — 656 S., Frankfurt a. M. (DLG-Verl.) 1955.

Brüning, K. [Hrsg.]: Atlas Niedersachsen, Kartenband. — 122 Bl., Oldenburg i. O. (Stalling) 1934.

Chanda, S.: Über spättertiäre und interglaziale, pollenführende Ablagerungen im Leinetal nahe Göttingen und im südwestlichen Harzvorland (Unter-Eichsfeld). — Die Naturwissenschaften, **47**, S. 19—20, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960.

Deppe, H.: Die Landschaften Südhannovers und der angrenzenden Gebiete. — 193 S., 15 Prof., 16 Abb., Göttingen (Vandenhoeck & Ruprecht) 1912.

— & Troe, H.: Der Göttinger Wald und seine Umgebung. — 160 S., Göttingen (Reise-Verl.) 1956.

Duigan, S. L.: In: P. Woldstedt, Das Eiszeitalter, Bd. II, S. 79, Stuttgart (Enke) 1958.

Engelhardt, H. & Kinkelin, F.: I. Oberpliozäne Flora und Fauna des Untermaintals, insbesondere des Frankfurter Klärbeckens. II. Unterdiluvialflora von Hainstadt am Main. — Abh. Senckenb. naturforsch. Ges., **29**, S. 152—306, Frankfurt a. M. 1908.

Engler, A.: Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt insbesondere der Florengebiete seit der Tertiärperiode. I. Teil: Die extratropischen Gebiete der nördlichen Hemisphäre; II. Teil: Die extratropischen Gebiete der südlichen Hemisphäre und die tropischen Gebiete. — Leipzig (Engelmann) 1879 u. 1882.

Erdtman, G.: Pollen morphology and plant taxonomy — Angiosperms. — Chron. Bot., 539 S., 261 Abb., Waltham/Mass. 1952.

— : An Introduction to Pollenanalysis. — Chron. Bot., 239 S., 28 Taf., Waltham/Mass. 1954.

— : Pollen and Spore morphology/Plant Taxonomy — Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta. — 151 S., 5 Taf., 265 Abb., Stockholm (Almqvist & Wiksell) 1957.

Faegri, K. & Iversen, J.: Textbook of modern Pollenanalysis. — 168 S., Copenhagen (Munksgaard) 1950.

Firbas, F.: Zur Waldentwicklung im Interglazial von Schladming an der Enns. — Beih. bot. Cbl., **41**, Abt. 11, S. 295—310, Dresden 1925.

— : Beiträge zur Kenntnis der Schieferkohlen des Inntals und der interglazialen Waldgeschichte der Ostalpen. — Z. Gletscherkde., **15**, S. 261—277, Berlin 1927.

— : Einige Bemerkungen für die heutige Anwendung der Pollenanalyse. — Cbl. Miner. etc., Abt. B, **9**, S. 392—403, Stuttgart 1929.

— : Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd. I: Allgemeine Waldgeschichte, 480 S., Bd. II: Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. — Jena (Fischer) 1949 u. 1952.

— : Über das Fagus-Vorkommen im „Interglazial" von Wasserburg am Inn (Oberbayern). — Geobot. Inst. Rübel in Zürich, **33**, S. 81—90 (Festschr. W. Lüdi), Bern 1958.

Florschütz, F.: Die beiden Azolla-Arten des Niederländischen Pleistozäns. — Rec. Trav. bot. Néerl., **35**, S. 932—945, Amsterdam 1938.

— : The subdivision of the middle and young Pleistocene upto the Lateglacial in the Netherlands, England and Germany, mainly basis on the results of Palaeobotanical investigations. — Geologie en Mijnbow, N. S., **19**, S. 245—267, 's Gravenhage 1957.

— & Jonker, F. P.: Über die Flora des Mindel/Riß-Interglazials in den Niederlanden. — Rec. Trav. bot. Néerl., **39**, S. 176—188, Amsterdam 1942.

— & Someren, A. M. H. v.: The palaeobotanyboundary Pliocene — Pleistocene in the Netherlands. — Rep. 18. Sess. internat. Geol. Congr. London 1948, **9**, S. 40, London 1950.

Gams, H.: Beiträge zur Mikrostratigraphie und Paläontologie des Pliozäns und Pleistozäns von Mittel- und Osteuropa und Westsibirien. — Ecolog. geol. Helvet., **28**, S. 1—31, Basel 1935.

— : Neue Beiträge zur Vegetations- und Klimageschichte der nord- und mitteleuropäischen Interglaziale. — Experientia, **10**, 9, S. 357—363, Basel 1954.

Gistl, R.: Die letzte Interglazialzeit der Lüneburger Heide, pollenanalytisch betrachtet. — Bot. Arch., **21**, S. 648—710, Leipzig 1928.

Godwin, H.: The History of the British Flora. — Cambridge (Univ. Press) 1956.

Gothan, W. & Weyland, H.: Lehrbuch der Paläobotanik. — 535 S., Berlin (Akad.-Verl.) 1954.

Grahmann, R.: Der Löß in Europa. — Mitt. Ges. Erdkde., **51**, S. 5—24, 3 Taf., Leipzig 1931.

Grupe, O.: Über die Zechsteinformation und ihr Salzlager im Untergrunde des hannoverschen Eichsfeldes und angrenzenden Leinegebietes nach den neueren Bohrergebnissen. — Z. prakt. Geol., **17**, S. 185—205, Berlin 1909.

Hannig, E.: Über das Vorkommen von Perisporien bei den Filicinen nebst Bemerkungen über die systematische Bedeutung derselben. — Flora, **103**, S. 427—453. Jena 1911.

Heck, H. L.: Beiträge zur Talgeschichte der oberen Leine. — Jb. preuß. geol. L.-A., **49**, Tl. 1, S. 427—453, Berlin 1928 (1928 a).

— : Pollenanalytische Untersuchungen altdiluvialer Tone und Torfe von Northeim und Eichenberg im Flußgebiet der Leine. — Jb. preuß. geol. L.-A., **49**, Tl. 2, S. 1255 bis 1264, Berlin 1928 (1928 b).

Hedberg, O.: Pollen morphology in the genus Polygonum L. S. Lat. and its taxonomical significance. — Svensk. bot. Tidskr., **40**, S. 371—404, Stockholm 1946.

Hiltermann, H.: Neue Funde von *Azolla* im Pleistozän Deutschlands. — Geol. Jb., **68**, S. 653 bis 658, 1 Abb., Hannover 1954.

Hollingworth, S. E., Allison, J. & Godwin, H.: Interglacial deposits from the Histon road. Cambridge. — Quart. J. geol. Soc., **105**, P. 4, S. 495—509, London 1950.

Hosemann, H.: Die Grundlagen der statistischen Methoden für Mediziner und Biologen. — Stuttgart (Thieme-Verl.) 1949.

Iversen, J.: Sekundäre Pollen als Fehlerquelle. — Danm. geol. Unders., 4. R., **2**, 15, S. 1—24, København 1936.

— : Plantevaekst, Dyreliv og Klima i det senglaciale Danmark. — Geol. Fören, Förh., **69**, S. 67—78, Stockholm 1947.

— : Steppeelemente i den senglaciale Flora og Fauna. — Medd. dansk. geol. Foren., **12**, S. 174, København 1951.

Janssen, C. R.: Alnus as a disturbing factor in Pollendiagramms. — Acta Bot. Neerl., **8**, 1, Amsterdam 1959.

Jessen, K.: Studies in late quaternary deposits and flora history of Ireland. — Proc. Roy. Irish. Acad., **52**, Sect. B, Nr. 6, S. 85—290, Dublin 1949.

— & Milthers, V.: Stratigraphical and palaeontological studies of interglacial freshwater deposits in Jutland and Northwest Germany. — Danm. geol. Unders., II. R., **48**, S. 334—375, København 1928.

Karpowicz, W.: Studien über die Entwicklung der Prothallien und der ersten Sporophytblätter der einheimischen Farnkräuter (Polypodiaceae). — Extr. Bull. Acad. Polon. Sc. Lettre, Ser. B, Warszawa 1927.

Karrenberg, H. & Rein, U.: Die interglazialen Schichten von Krefeld. — Niederrhein. Jb. Ver. Linker Niederrhein, **3**, S. 13—17, Krefeld 1951.

Kirchheimer, F.: Das Hauptbraunkohlenlager der Wetterau. — Wetterauische Ges., Hanau 1934 (1934 a).

— : Über *Tsuga*-Pollen aus dem Tertiär. — Planta, **22**, 2, S. 171—179, Berlin 1934 (1934 b).

— : Die Korrosion des Pollens. — Beih. bot. Zbl., **53**, A, S. 392—416, Dresden 1935.

— : *Phycopeltis microthyrioides* n. sp. Eine blattbewohnende Alge aus dem Tertiär. — Bot. Arch., **44**, S. 172—204, Leipzig 1943.

— : Die Laubgewächse der Braunkohlenzeit. — 783 S., Halle a. S. (Knapp) 1957.

Koenen, A. v.: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen usw. — Bl. Lindau Nr. 23, 15 S., Berlin 1895; Bl. Moringen Nr. 16, 16 S., Berlin 1895; Bl. Nörten Nr. 22, 24 S., Berlin 1895; Bl. Westerhof Nr. 17, 18 S., Berlin 1895.

Kremp, G.: Pollenanalytische Braunkohlenuntersuchungen im südlichen Teil Niedersachsens, insbesondere im Solling. — Geol. Jb., **64** (1943—1948), S. 489—517, 4 Abb., Hannover/Celle 1950.

— : The most important results of microflora investigations in Tertiary and Mesozoic strata of Europe, especially of Germany. Presented at the annual meeting of the Geological Soc. of America, 9. Nov. 1955.

Laurent, L. & Marty, P.: Flore Foliaire Pliocène des Argiles de Reuver et des gisments synchroniques voisines (Limbourg Hollandaise). — Meded. Rijks geol. Dienst, Ser. B, **1**, Leiden 1923.

Leschik, G.: Mikrobotanisch-stratigraphische Untersuchungen der jungpliozänen Braunkohle von Buchenau (Kr. Hühnfeld). — Palaeontographica, **92**, Abt. B, S. 1—51, Stuttgart 1951.

Lüttig, G.: Pleistozän-Tektonik nördlich Northeim. — Geol. Jb., **68**, S. 587—614, Hannover 1954 (1954 a).

— : Klima und Tektonik des Pleistozäns von Northeim. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **4/5**, S. 22—33, 5 Abb., Öhringen/Württ. 1954 (1954 b).

— : Elster-Löß mit Holstein-Ton von Northeim. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **11**, S. 206 bis 210, Öhringen/Württ. 1960.

— & Rein, U.: Das Cromer-(Günz-Mindel-)Interglazial von Bilshausen (Unter Eichsfeld). — Geol. Jb., **70**, S. 159—166, 2 Abb., Hannover 1955. — [Sep. 1954]

Mädler, K.: Die pliozäne Flora von Frankfurt am Main. — Abh. Senckenberg. naturforsch. Ges., **446**, 202 S., Frankfurt a. M. 1939.

Mansfeld, R.: Verzeichnis der Farn- und Blütenpflanzen des Deutschen Reiches. — Hrsg. deutsch. bot. Ges., Jena (Fischer) 1940.

Miki, S.: Pinaceae of Japan, with special reference to its remains. — J. Inst. Polytechn., Ser. D, **8**, Osaka (City-Univ.) 1957.

Müller, I.: Pollenanalytischer Nachweis der menschlichen Besiedlung. — Planta, **35**, S. 70 bis 87, Berlin 1947.

Pike, K. & Godwin, H.: The Interglacial at Clacton on Sea, Essex. — Quart. J. geol. Soc. London, **108**, P. 3, S. 261—272, 1 Taf., 2 Tab., London 1953.

Post, L. von: The prospect of Pollen analysis in the study of the Earth's climatic hystory. — New Phytologist, **45**, Nr. 2, S. 193—217, London — Cambridge 1946.

Rabien, I.: Die Vegetationsentwicklung des Interglazials von Wallensen in der Hilsmulde. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **3**, S. 96—128, Öhringen/Württ. 1953.

Reich, H.: Die Vegetationsentwicklung der Interglaziale von Großweil-Ohlstadt und Pfefferbichl im Bayerischen Alpenvorland. — Flora, **140**, S. 386—443, Jena (Fischer) 1953.

Reichsamt für Wetterdienst: Klimakunde des Deutschen Reiches, Bd. II. — 560 S. (Tab.), 2 Kt., Berlin (Reimer) 1939.

Reid, Cl. & Reid, E. M.: The Pliocene Floras of the Dutch-Prussian border. — Meded. Rijksopspor. Delfst., **6**, S. 1—178, 's Gravenhage 1915.

Reid, E. M.: Two preglacial Floras from Castle Eden and a comparative Review of Pliocene Floras. — Quart. J. geol. Soc., **76**, P. 2, S. 104, London 1920.

Rein, U.: Die Vegetationsentwicklung des Interglazials von Lehringen. — Z. deutsch. geol. Ges., **90**, S. 145—147, Stuttgart 1938.

— : Pollenanalytische Untersuchungen zur Pliozän-Pleistozängrenze am linken Niederrhein. — Geol. Jb., **65**, S. 773—778, Hannover 1950.

— : Die pollenstratigraphische Gliederung des Pleistozäns in Nordwestdeutschland. 1. Die Pollenstratigraphie im älteren Pleistozän. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **6**, S. 16—24, Öhringen/Württ. 1955.

Rudolph, K.: Mikrofloristische Untersuchung tertiärer Ablagerungen im nördlichen Böhmen. — Beih. bot. Cbl., **54**, Ab. B, Dresden 1935.

Schmidt, E.: Mikrophotographischer Atlas der mitteleuropäischen Hölzer (mit engl. Übers.). — Neudamm (Neumann) 1941.

Schmidt, H.: Ein Skelett vom Riesenelch. — Forschung u. Fortschritt, 10. Jg., **15**, S. 198—199, Berlin 1934.

Selle, W.: Beiträge zur Mikrostratigraphie und Paläontologie der nordwestdeutschen Interglaziale. — Jb. Reichsst. Bodenforsch., **60**, S. 197—231, Berlin 1941.

— : Interstadiale der Weichselvereisung. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **2**, S. 112—119, 2 Abb., Öhringen/Württ. 1952.

— : Gesetzmäßigkeiten im pleistozänen und holozänen Klimaablauf. — Abh. naturw. Ver. Bremen, **33**, S. 259—290, Bremen 1953.

Selzer, G.: Die Gliederung des Lößes im westlichen Eichsfeld und im Talgebiet der oberen Leine. — Stille-Festschr., S. 212—222, Stuttgart 1936.

Sobolewska, M.: Pleistocene vegetation of Syrniki on the river Wieprz. — Publ. Inst. Bot. Univ. Jagellonicae Cracoviensis, **18**, 5, S. 143—192, Krakow 1956.

Sobotha, E.: Versuch einer Entwicklungsgeschichte und Charakterisierung der Landschaften des Untereichsfeldes nebst seinen westlichen und südlichen Randgebieten. — Inaug.-Diss., Göttingen 1923.

Stark, P., Firbas, F. & Overbeck, F.: Die Vegetationsentwicklung des Interglazials von Rinnersdorf in der östlichen Mark Brandenburg. — Abh. naturw. Ver. Bremen, **28** (Weber-Festschr.), S. 105—130, Bremen 1932.

Straka, H.: Zur Feinmorphologie des Pollens von Salix und von Artemisia. — Svensk. bot. Tidskr., **46**, S. 204—227, Stockholm 1952.

— : Die Pollenmorphologie der europäischen Cornus-Arten und einiger ähnlicher Pollentypen. — Grana Palynol., **1**, Nr. 1, S. 101—109, Stockholm 1954.

Straus, A.: Dikotyle Pflanzenreste aus dem Oberpliozän von Willershausen (Kr. Osterode, Harz). I. — Jb. preuß. geol. L.-A., **51**, S. 302—336, Taf. 34—48, 8 Abb., Berlin 1930.

— : Vorläufige Mitteilung über den Wald des Oberpliozäns von Willershausen (Westharz). — Mitt. deutsch dendrol. Ges., **47**, S. 182, Dortmund 1935.

— : Beiträge zur Pliozänflora von Willershausen III. — Palaeontographica, **93**, Abt. B, Lfg. 1/2, S. 1—44, 21 Taf., Stuttgart 1938.

Stapfer, W.: Über den Charakter der Flora und des Klimas der letzten Interglazialzeit bei Grodno in Polen. — Extr. Bull. Acad. Polonaise Sc. Lell., Ser. B, Warszawa 1925.

— : The Pliocene Flora of Krościenko in Poland. I: gen. p. II, 162 S., 4 Fig., Descript. p. 213 S., 26 Taf., Polska Akad. Umiej., Rozprawy, **82**, Roz. Mat. Przyr., **72**, Nr. 1 u. 2, Krakow 1946 u. 1947.

— : Pliocene Flora from the vicinity of Czorsztyn (West Carpathians) and its relationship to the Pleistocene. — Inst. Geol., **11**, 238 S., 20 Taf., 10 Abb., Warschau 1954.

Thiergart, F.: Die Pollenflora der Niederlausitzer Braunkohle, besonders im Profil der Grube Marga bei Senftenberg. — Jb. preuß. geol. L.-A., **58** (1937), S. 282—348, 9 Taf., Berlin 1938.

— : Die Mikropaläontologie als Pollenanalyse im Dienst der Braunkohlenforschung. — Schr. Brennstoffgeol., **13**, 48 S., 14 Taf., Stuttgart 1940.

— : Pollenfloren aus den tertiären Braunkohlen vom Niederrhein (Zur Geologie der rheinischen Braunkohlen 3). — Geol. Jb., **65** (1949), S. 81—105, 4 Abb., Hannover 1951.

— : Pollen und Sporen aus dem Pliozän von Willershausen. — Geologie, **5**, S. 536—551, Berlin 1954.

Thomson, P. W.: Beitrag zur Mikropaläontologie und Waldgeschichte des Neogens (Jungtertiär) von Niedersachsen und Schleswig-Holstein. — N. Jb. Miner. usw., Mh., Jg. 1945—48, Abt. B, S. 364—371, Stuttgart 1948.

— : Grundsätzliches zur tertiären Pollen- und Sporenmikrostratigraphie auf Grund einer Untersuchung des Hauptflözes der rheinischen Braunkohle in Liblar, Neurath, Fortuna und Brühl. — Geol. Jb., 65 (1949), S. 113—126, 3 Abb., 1 Tab., Hannover 1951 (1951 a).

— : Das Interglazial von Wallensen im Hils. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **1**, S. 96—102, 3 Abb., Öhringen/Württ. 1951 (1951 b).

— & Pflug, H.: Pollen und Sporen des Mitteleuropäischen Tertiärs. — Palaeontographica, **94**, B, Lfg. 1—4, S. 1—138, 15 Taf., 20 Abb., Stuttgart 1953.

— & Rein, U.: Mikropaläontologische Untersuchung eines Standortprofils der rheinischen Braunkohle in der Grube Liblar Bezirk Köln. — Geol. Jb., **65** (1949), S. 107—111, 1 Abb., Hannover 1951.

Tesla, J.: Pollen analysis of the interglacial formations in Olszewice. — Spraw. Kom. Fizjogr. Pol. Akad. Umiej., **64**, S. 77—86, Krakau 1929.

Troels-Smith, J.: Pollenanalytische Untersuchungen zu einigen schweizerischen Pfahlbauproblemen. Sonderdruck aus „Das Pfahlbauproblem — Schaffhausen 1954". — Kopenhagen 1954.

Vlerk, I. M. v. d. & Florschütz, F.: The Palaeontological base of the subdivision of the Pleistocene in the Netherlands. 2. — Verh. kon. nederl. Akad. Wetensch., 1. R., **20**, 2, Amsterdam 1953.

Wagenitz, G.: Pollenmorphologie und Systematik in der Gattung Centaurea. — Flora, **142**, S. 213—279, Jena 1955.

— : Pollenmorphologie der mitteleuropäischen Valerianaceae. — Flora, **143**, S. 473 bis 485, Jena 1956.

Weber, C. A.: Über die diluviale Flora von Fahrenkrug in Holstein. — Bot. Jb., **18**, III, Beibl. 43, S. 1—13, Leipzig 1894.

— : Über die fossile Flora von Honerdingen und das nordwestdeutsche Diluvium. — Abh. naturw. Ver. Bremen, **13**, 3, S. 413—463, Bremen 1896.

West, R. G.: The quaternary deposits at Hoxne, Suffolk. — Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. B, Biol. Sc., Nr. 665, **239**, S. 265—356, London 1956.

Wittmack, L.: Landwirtschaftliche Samenkunde. — Berlin (Parey) 1922.

Woldstedt, P.: Über die stratigraphische Stellung einiger wichtiger Interglazialbildungen im Randgebiet der nordeuropäischen Vergletscherung. — Z. deutsch. geol. Ges., **99**, S. 96—123, Hannover 1949.

— : Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. — 464 S., Stuttgart (Koehler) 1950.

— : Das Eiszeitalter. — Bd. I, 2. Aufl., 374 S., 136 Abb., Stuttgart (Enke) 1954.

— : Die Gliederung des Pleistozäns in Norddeutschland und angrenzenden Gebieten. — Geol. Fören, Förh., **77**, S. 525—545, Stockholm 1955.

— : Das Eiszeitalter. — Bd. II, 2. Aufl., 438 S., Stuttgart (Enke) 1958.

— , Rein, U. & Selle, W.: Untersuchungen an nordwestdeutschen Interglazialen. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **1**, S. 83—96, Öhringen/Württ. 1951.

Zagwijn, W. H.: Vegetation, climate and time correlations in the early Pleistocene of Europe. — Geologie en Mijnbow, N. S., **19**, S. 233—244, 4 Fig., 2 Tab., 's Gravenhage 1957.

— : Zur stratigraphischen und pollenanalytischen Gliederung der pliozänen Ablagerungen im Roertal-Graben und Venloer Graben der Niederlande. — Fortschr. Geol. Rheinl. Westf., **4**, S. 5—26, 3 Taf., 4 Abb., 3 Tab., Krefeld 1959.

— : Aspects of the Pliocene and early Pleistocene vegetation in the Netherlands. — Medd. geol. Sticht. Ser. C, III, 1 Nr. 5, 78 S., 20 Taf., Maastricht 1960.

— & Zonneveld, J. I. S.: The Interglacial of Westerhoven. — Geologie en Mijnbow, 2, N. S., **18**, S. 37—46, 7 Abb., 's Gravenhage 1956.

Zander, R.: Handwörterbuch der Pflanzennamen und ihre Erklärungen. — Stuttgart (Ulmer) 1955.

Tafel 50

Fig. 1. *Azolla filiculoides.* Glochidie. Northeim.

Fig. 2. *Tsuga* sp. Pollenkorn. Eichenberg I—IV.

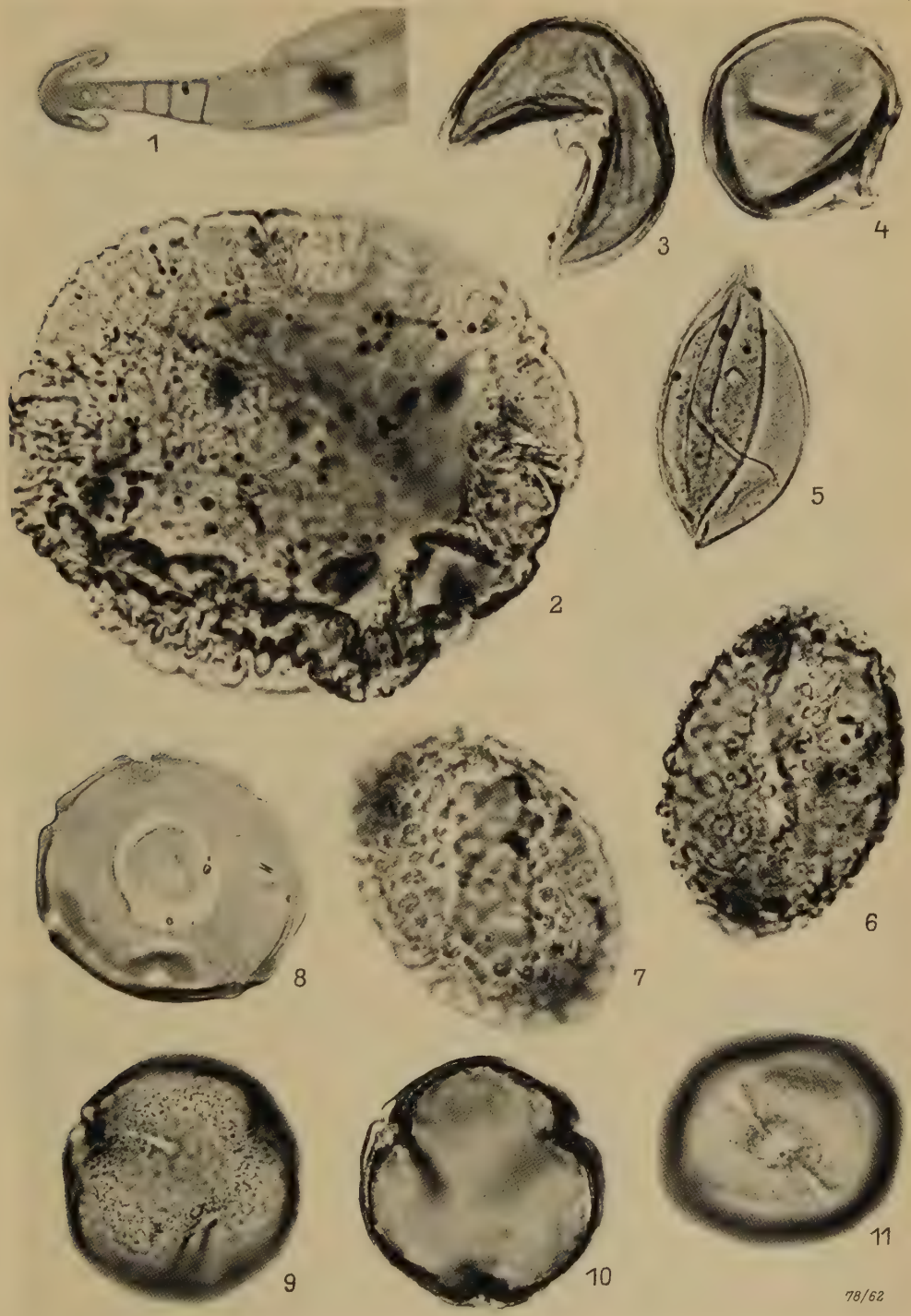
Fig. 3—5. Taxodiaxeae—Cupressaceae-Typ. Pollenkörner. Eichenberg I—IV.
Fig. 3—4. *Sequoia—Cryptomeria*-Typ.
Fig. 5. *Juniperus*-Typ.

Fig. 6—7. *Sciadopitys* cf. *verticillata.* Pollenkorn. Eichenberg I—IV.

Fig. 8. *Pterocarya* sp. Pollenkorn. Eichenberg I—IV.

Fig. 9—11. *Fagus* sp. Pollenkorn. Eichenberg I—IV.

— Fig. 1—11: Vergr. 1000fach —



Tafel 50

Lebenslauf

Am 11. Januar 1932 wurde ich, Sunirmal Chanda, in Myiktiana als Sohn des Satyendra Nath Chanda geboren. Ich besitze die indische Staatsangehörigkeit.

Im Jahre 1948 bestand ich an der St. Gregory's High School, Dacca, meine "Matriculation Examination" (Reifeprüfung). 1950 machte ich am Bangabasi College, Calcutta, das "Intermediate of Science"-Examen (I. Sc.) in den Fächern Physik, Chemie, Mathematik, Biologie und Geographie; 1952 am Vidyasagar College, Calcutta, das "Bachelor of Science"-Examen (B. Sc.) in den Nebenfächern Zoologie und Geographie und mit Auszeichnung in meinem Hauptfach Botanik; und 1954 an der Universität Calcutta das "Master of Science"-Examen (M. Sc.) in Botanik (Spezialfach: Paläobotanik).

Anschließend war ich ein Jahr Lektor für Biologie am M. M. C. College, Calcutta, und ein weiteres Jahr Lektor am B. N. College, Itachuna (Hooghly).

Gleichzeitig machte ich im University College of Science, Calcutta, bei Prof. Dr. J. Sen palynologische Untersuchungen. Seit 1957 arbeitete ich bei Herrn Professor Firbas am Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Göttingen für meine Promotion. Meine akademischen Lehrer in Göttingen waren die Herren Professoren Ackermann, Birukow, Firbas, Heberer, Piepho, Schmidt, W. Schott.